平成２３年度成果報告書

# 平成２３年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

# 成　果　報　告　書

平成２４年３月

原子力安全・保安院　電力安全課
委託先　株式会社　東洋設計

まえがき

風力発電については、諸外国において導入拡大や、技術開発が活発に行われているところであり、国内においても、再生可能エネルギーの全量買取制度の導入や、昨年３月に発生した東日本大震災の影響を受けた新エネルギー導入機運の高まり等を背景に、今後導入が拡大していく見込みである。

風力発電については、陸域における設置に適した地域が東北以北に偏在しており、既に平野部での適地は減少傾向であること、また、山岳部ではアクセス整備等によりコスト負担が増加していることから、今後は、海域（洋上）における風力発電の導入が見込まれており、国内においても、国及びＮＥＤＯ等の政府系研究開発機関や民間企業等により、洋上風力発電の導入促進に向けた実証試験等が行われている。

また、海域においては、陸域と比べ、騒音、景観等の問題が少ないと思われる反面、常に強風波浪／海潮流にさらされるおそれが高いこと、また、塩害、海底侵食などや、海上を航行する船舶等との関係など、海域固有の問題が存在する。

更に、洋上風力発電には着床式及び浮体式といった異なる構造のものが開発されており、それぞれの安全性確保のあり方が異なるものと考えられる。

現在、電気事業法においては、各種技術基準（「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用風力設備の技術基準の解釈について」並びに「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「電気設備の技術基準の解釈」）への適合が求められているとともに、保安規程の策定及び主任技術者の選任等が必要であるが、今後普及することが予想される洋上風力発電（着床式・浮体式）を対象とした場合、現在の電気事業法において求められる技術基準を中心とした安全規制の妥当性を評価・分析し、必要に応じ、当該規制を改正することが必要と考えられる。

このため、洋上風力発電に係る電気事業法における安全規制の妥当性評価に当たっての基礎的情報を収集し、今後詳細検討が必要となる検討項目を抽出するため、国内外の洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査を行う。

本報告書は、平成 23 年度事業として成果をとりまとめたものである。

目　　　次

# 第１章　調査概要

## 1.1　調査概要

### 1.1.1　調査目的

風力発電については、諸外国において導入拡大や、技術開発が活発に行われているところであり、国内においても、再生可能エネルギーの全量買取制度の導入や、本年３月に発生した東日本大震災の影響を受けた新エネルギー導入機運の高まり等を背景に、今後導入が拡大していく見込みである。

風力発電については、陸域における設置に適した地域が東北以北に偏在しており、既に平野部での適地は減少傾向であること、また、山岳部ではアクセス整備等によりコスト負担が増加していることから、今後は、海域（洋上）における風力発電の導入が見込まれており、国内においても、国及びＮＥＤＯ等の政府系研究開発機関や民間企業等により、洋上風力発電の導入促進に向けた実証試験等が行われている。

また、海域においては、陸域と比べ、騒音、景観等の問題が少ないと思われる反面、常に強風波浪／海潮流にさらされるおそれが高いこと、また、塩害、海底侵食などや、海上を航行する船舶等との関係など、海域固有の問題が存在する。

更に、洋上風力発電には着床式及び浮体式といった異なる構造のものが開発されており、それぞれの安全性確保のあり方が異なるものと考えられる。

現在、電気事業法においては、各種技術基準（「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用風力設備の技術基準の解釈について」並びに「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「電気設備の技術基準の解釈」）への適合が求められているとともに、保安規程の策定及び主任技術者の選任等が必要であるが、今後普及することが予想される洋上風力発電（着床式・浮体式）を対象とした場合、現在の電気事業法において求められる技術基準を中心とした安全規制の妥当性を評価・分析し、必要に応じ、当該規制を改正することが必要と考えられる。

このため、洋上風力発電に係る電気事業法における安全規制の妥当性評価に当たっての基礎的情報を収集し、今後詳細検討が必要となる検討項目を抽出するため、国内外の洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査を行う。

### 1.1.2　調査方針

以下の課題について調査、検討を行う。

(1) 国内外における洋上風力発電（着床式・浮体式）に係る安全規制を中心とした動向調査

①国内外における洋上風力発電の開発・導入普及状況及び今後の見通し

②国内外における洋上風力発電に係る規格、安全規制を中心とした動向調査

（国内関連法規との整理、海域独自の安全基準の整理、技術開発の動向を含む）

(2) 洋上風力発電に係る電気事業法に基づく技術基準を中心とした安全規制の妥当性評価及び今後新たに規定すべき事項の詳細検討項目の抽出

①電気事業法に基づく風力発電に係る現行技術基準等についての洋上風力発電に対する妥当性評価
②今後詳細検討が必要となる検討項目の抽出

1.1.3　調査方法

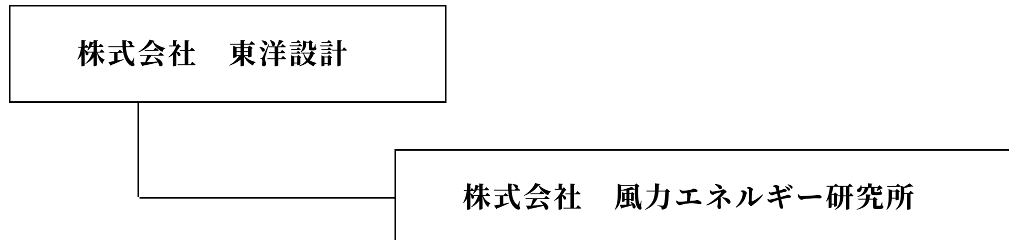
調査手段は、国内外の行政機関やメーカー、事業者等からのヒアリングやインターネット、文献等を使った調査を中心とし、欧州を中心とした現地調査も実施する。

また、委託先調査員による調査結果を基に、各分野の専門家を交えた委員会を設置し、検討を実施する。委員は、電気工学、機械工学、建築工学等に関する原則として直接関係業界等との利害関係を有しない学識経験者や研究者等により構成する。委員会には、必要に応じ主たる委員会の下に専門別のワーキンググループを設置（複数可）することを妨げない。また、必要に応じて、設置者、メーカー、業界団体等関係者から委員会等の場において情報提供を求めることを妨げない。開催回数としては、３回程度実施するものとし、構成員数は、３名程度で構成されるものとする。

## 1.2　調査体制

### 1.2.1　調査体制

【体制図】




### 1.2.2　委員会及びワーキンググループ名簿

調査委員会

| No | 氏 名 | 所　属 |
|---|---|---|
| 1 | 勝呂　幸男 | 一般社団法人日本風力エネルギー学会 |
| 2 | 赤星　貞夫 | 一般財団法人日本海事協会 |
| 3 | 前田　太佳夫 | 三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 |
| 4 | 安田　　陽 | 関西大学ｼｽﾃﾑ理工学部電気電子情報工学科 |

動向調査検討ワーキング

| No | 氏 名 | 所　属 |
|---|---|---|
| 1 | 吉田　茂雄 | 富士重工業㈱ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾏﾈｰｼﾞｬｰ |
| 2 | 上田　悦紀 | 三菱重工業㈱風車事業部 |
| 3 | 安田　　陽 | 関西大学ｼｽﾃﾑ理工学部電気電子情報工学科 |
| 4 | 七原　俊也 | 一般財団法人電力中央研究所･上席研究員 |
| 5 | 赤星　貞夫 | 一般財団法人日本海事協会 |

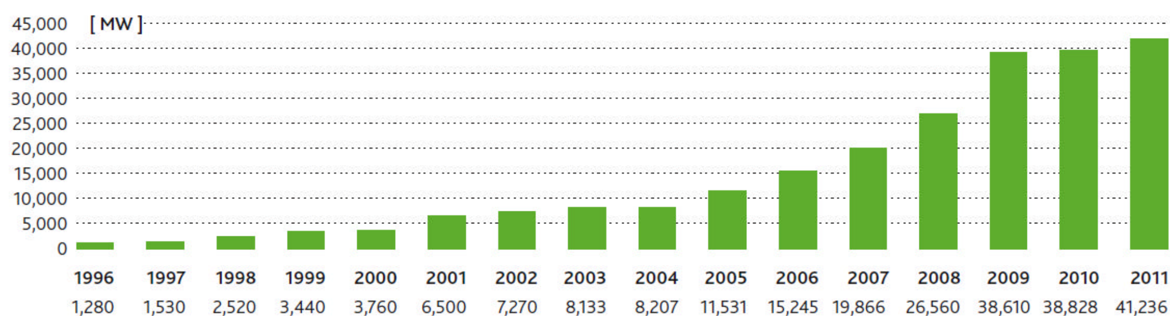
# 第 2 章　国内外における洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

## 2.1　国内外における洋上風力発電の開発・導入普及状況及び今後の見通し

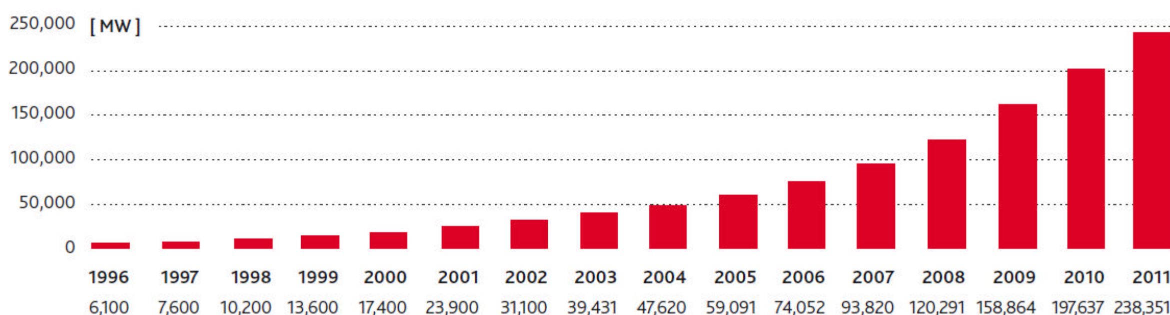
### 2.1.1　導入普及状況

#### (1) 風力発電導入普及状況（陸・洋上）

世界の風力発電導入は飛躍的に進行しており、陸上風力発電と洋上風力発電合計では、2009 年から 2011 年には毎年約 40GW もの風力発電設備が新設され、累計設備容量では 2011 年には 238GW を超えている。累積の設備容量でみると、2011 年は前年比 21%増となっている（図 2.1.1）。




(a) 新設容量



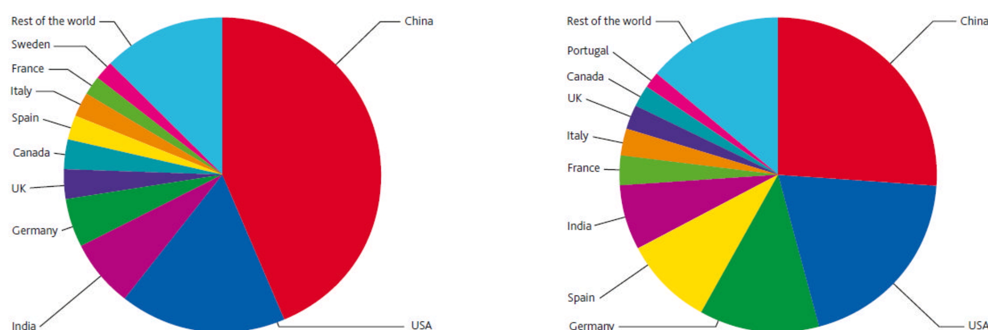

(b) 累積容量

図 2.1.1 世界の風力発電（陸上風力＋洋上風力）導入量の推移

GWEC, Global Wind Statics, Feb. 7, 2012

国別の導入量（陸上風力＋洋上風力）では、2011 年の世界の導入量の約 44%を中国が占めており、累積容量においても世界の約 26%を占め、第一位になるなど中国の増加が著しい。続いては、米国、インド、欧州各国などとなっている（図 2.1.2）。

世界の地域別の年間導入量推移では、欧州、北米が 2009 年を境に伸びが低下している。アジアでは 2010 年まで飛躍的な伸びとなっており、2011 年は横ばいとなっている（図 2.1.3）。アジアでは、中国やインドの進展が寄与していると考えられる。




(1) 2011 年新設容量　　　　　　　　　　(2) 累積容量比

図 2.1.2 国別の風力発電導入量比率（陸上風力＋洋上風力）

GWEC, Global Wind Statics, Feb. 7, 2012

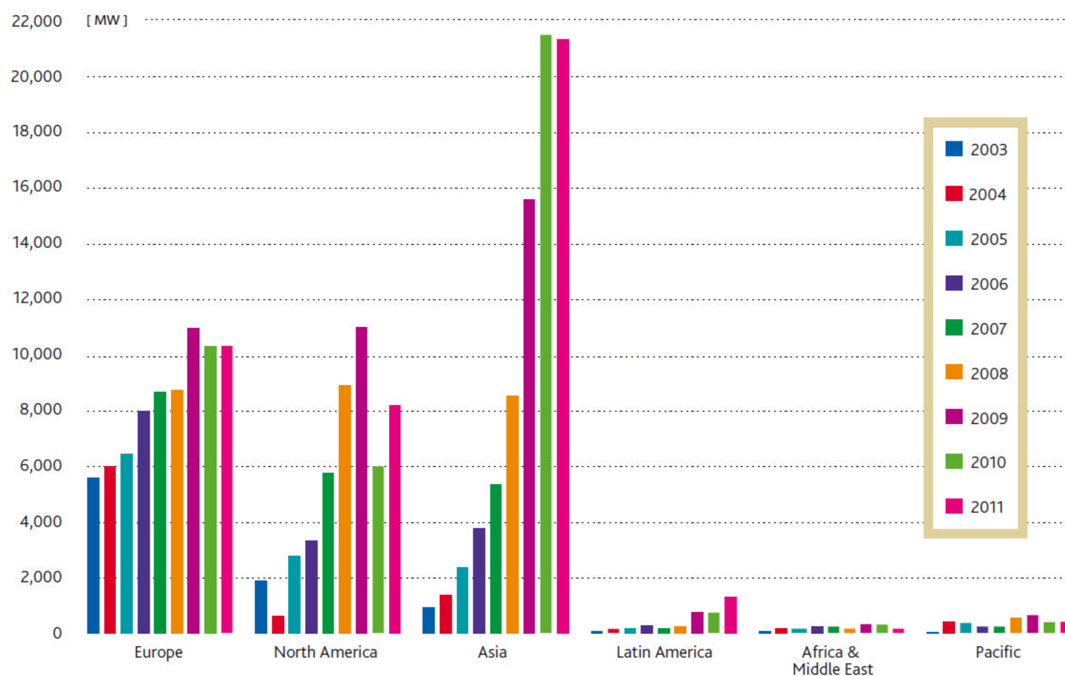


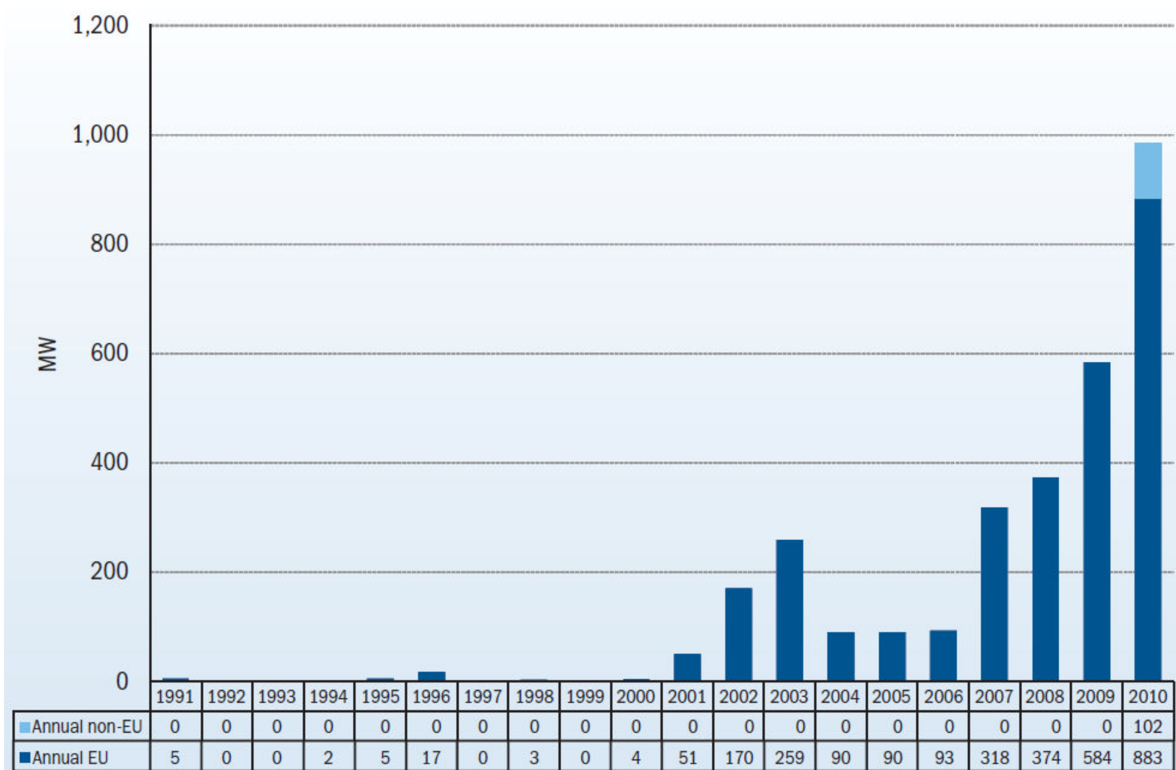

図 2.1.3 世界の地域別の風力発電導入推移（陸上風力＋洋上風力）

GWEC, Global Wind Statics, Feb. 7, 2012

(2) 風力発電導入普及状況（洋上）

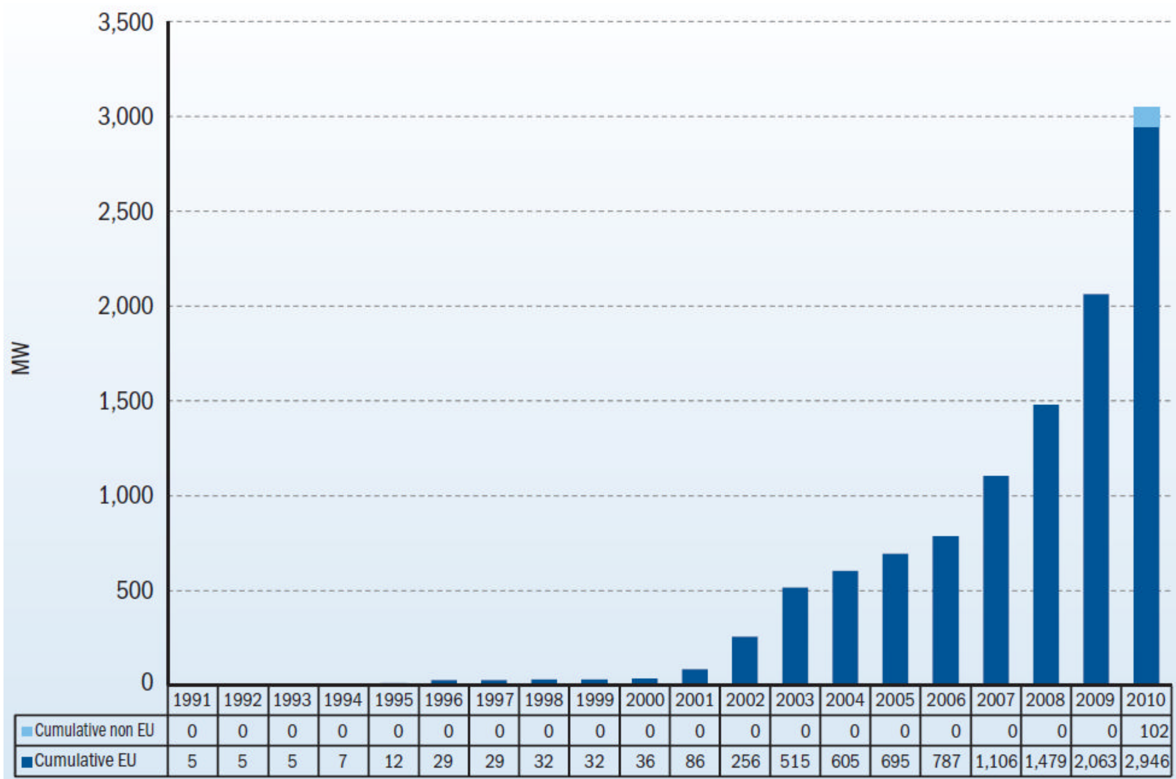
世界的な洋上風力発電の推移は図 2.1.4 のとおりであり、2010 年度約 1GW の設備容量が設置され、累積で約 3GW となっている。2009 年までは欧州での導入であったが、2010 年 8 月に欧州以外の洋上風力発電として中国において 102MW が導入されている。

また、欧州における系統連系された洋上風力発電の年間導入容量と累積導入容量の 2011 年までの統計値は図 2.1.5 に示すとおりである。




| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Annual non-EU | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 |
| Annual EU | 5 | 0 | 0 | 2 | 5 | 17 | 0 | 3 | 0 | 4 | 51 | 170 | 259 | 90 | 90 | 93 | 318 | 374 | 584 | 883 |

(a) 単年度導入容量




| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cumulative non EU | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 |
| Cumulative EU | 5 | 5 | 5 | 7 | 12 | 29 | 29 | 32 | 32 | 36 | 86 | 256 | 515 | 605 | 695 | 787 | 1,106 | 1,479 | 2,063 | 2,946 |

(b) 累積導入容量

**図 2.1.4 欧州と欧州以外の洋上風力発電導入量の推移（1991～2010 年）**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry, Nov. 2011

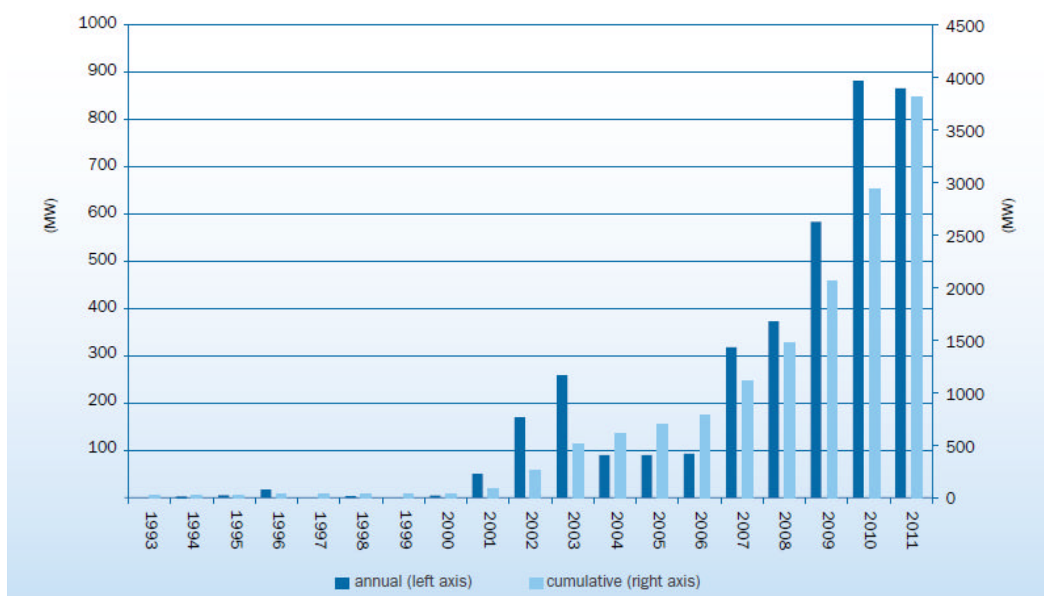
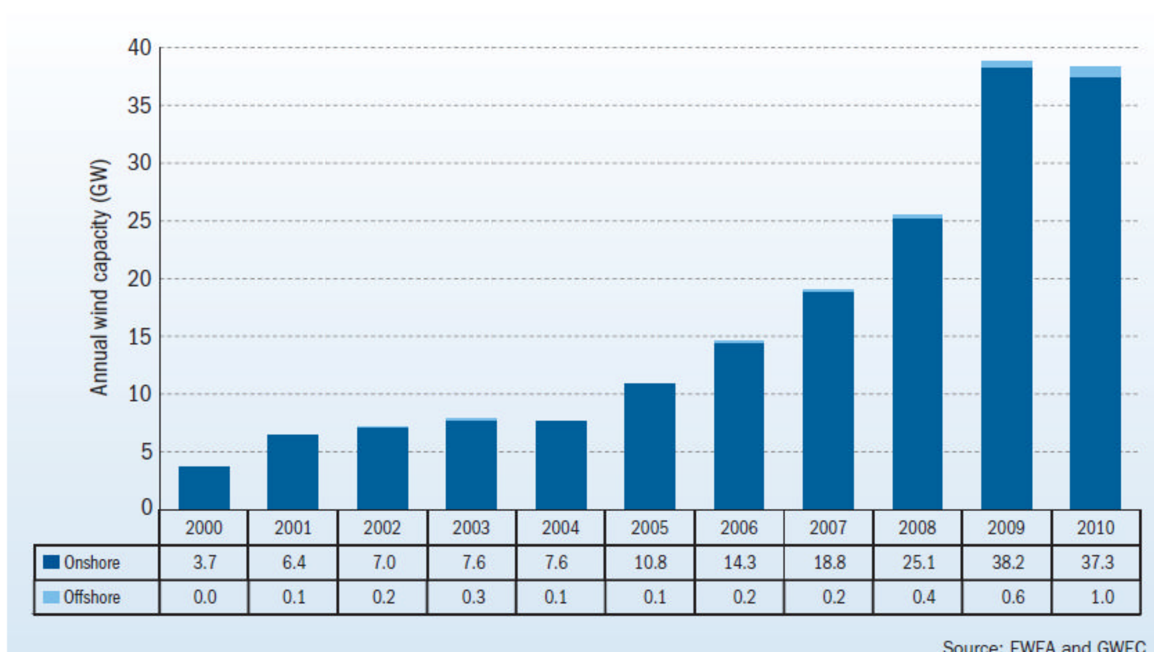



**図 2.1.5 欧州における洋上風力発電の年別と累積導入設備容量（1993～2011 年）**

EWEA, The European offshore wind industry key trends and statics 2011, Jan. 2012

洋上風力発電の導入量について陸上風力発電との対比で集計した数値は、図 2.1.6～7 のとおりであり、世界規模では 2010 年時点において、全導入風力発電量の約 3%が洋上風力発電であり、欧州の系統連系された 2011 年の数値によると全導入風力発電量の約 9%が洋上風力発電となっている。




| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Onshore | 3.7 | 6.4 | 7.0 | 7.6 | 7.6 | 10.8 | 14.3 | 18.8 | 25.1 | 38.2 | 37.3 |
| Offshore | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 |

**図 2.1.6 世界の陸上と洋上風力発電の年別新設設備容量推移（2000～2010 年）**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore energy industry, Nov. 2011

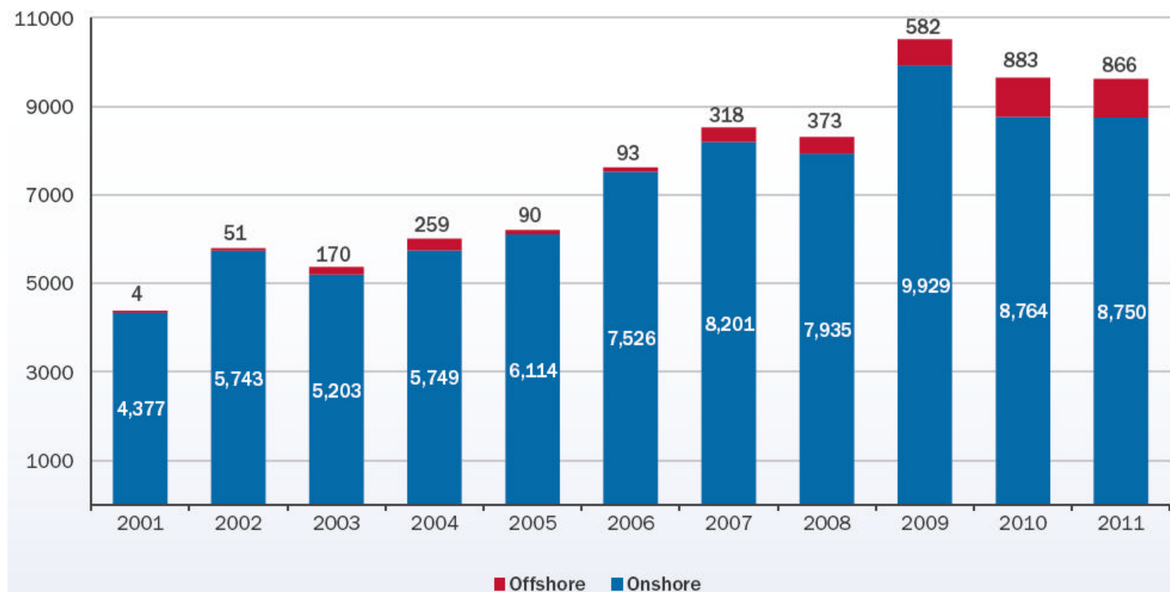



図 2.1.7 欧州の陸上と洋上風力発電の年別新設設備容量推移（2001～2011 年、単位：MW）

EWEA, Wind in power – 2011 European statistics -, Feb. 2012

洋上風力発電の国別導入状況としては、図 2.1.8 のように欧州が中心となっており、設備容量、風車基数ともイギリスが最多であり、次にデンマーク、オランダ、スウェーデンの順位となっている。2011 年の欧州の系統接続された洋上風力発電の統計値においても、上位は変わらず、イギリスの累積設備容量が約 2GW になっており、欧州全域は 53 の洋上ウィンドファーム、風車基数は 1371 基、設備容量約 3.8GW の数値である。

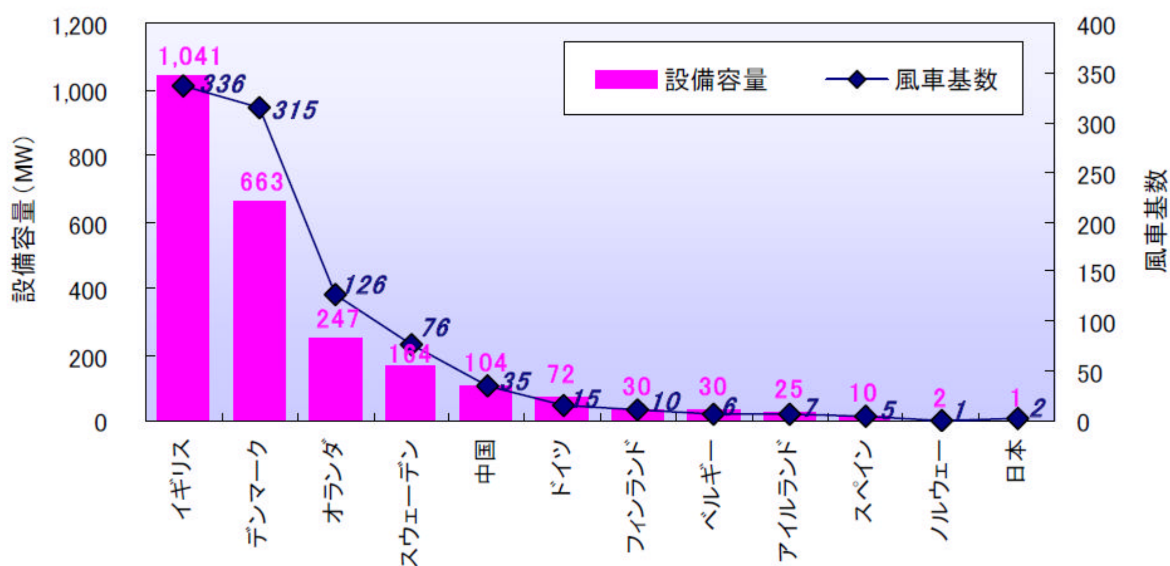



図 2.1.8 国別洋上風力発電導入基数・設備容量(2010 年 6 月現在)

NEDO、NEDO 再生可能エネルギー技術白書、2010 年

2011 年の GWEC の統計値では、2011 年に中国は 107.9MW の洋上風力発電の設置があり、累積で 258.4MW となり、表 2.1.1 に示すように累積の洋上風力発電設置容量においてイギリス、デンマークに次いで中国が世界第三位となっている。

表 2.1.1 欧州と中国の洋上風力発電の累積導入状況（2011 年）

| 国 | ウィンドファーム数 | 風車基数 | 設備容量(MW) |
|---|---|---|---|
| イギリス | 18 | 636 | 2093.7 |
| デンマーク | 13 | 401 | 857.3 |
| オランダ | 4 | 128 | 246.8 |
| ドイツ | 6 | 52 | 200.3 |
| ベルギー | 2 | 61 | 195 |
| スウェーデン | 5 | 75 | 163.7 |
| フィンランド | 2 | 9 | 26.3 |
| アイルランド | 1 | 7 | 25.2 |
| ノルウェー | 1 | 1 | 2.3 |
| ポルトガル | 1 | 1 | 2 |
| 合計※1 | 53 | 1,371 | 3,812.6 |
| 中国※2 | - | - | 258.4 |

注、※１：欧州のデータ：EWEA, The European offshore wind industry key 2011 trends and statistics, Jan. 2012

※２：中国のデータ：GWEC, Global Wind Report – Annual market update 2011 -, March 2012

### 2.1.2　開発状況

#### (1) 海外における開発状況

#### ａ．洋上風力発電の開発の経緯

風力発電は欧州より始まり、1990 年のスウェーデン北部の洋上（沖合 250m、水深 7m、トライポッド基礎）に設置された定格 220kW、ロータ直径 25m、ハブ高さ 38mが最初であるといわれている。世界初の洋上ウィンドファームとしては、1991 年デンマーク（沖合 1.8km、水深 2～4m）に Vindeby 洋上ウィンドファーム、定格 450kW 風車（ロータ直径 35m、ハブ高さ 35m）11 基が建設されている。以降、表 2.1.2 に示すように風車出力の大型化、総設備容量の大容量化が年々進んでおり、本格的な商業洋上ウィンドファーム建設が進められている。地域的には、欧州北西部に多く建設されており、計画中のウィンドファームも数多くある（図 2.1.11)。



図 2.1.9 世界初の商業的ウィンドファーム：Vindby 洋上ウィンドファーム

http://energy.saving.nu/



**図** 2.1.10 **洋上ウィンドファームの例：**Horns Rev、**デンマーク**

EWEA, Wind Energy Factsheets, April 2010

## 表 2.1.2 洋上ウィンドファームの建設経緯

| | 国 | 風車<br>定格出力 | 設置基数 | 出力合計 | 基礎形式 | 運転<br>開始年 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Norgersund | スウェーデン | 220kW | 1 | 0.22MW | - | 1990 |
| Vindevy | デンマーク | 450kW | 11 | 4.95MW | Concrete caisson | 1991 |
| Lely | オランダ | 500kW | 4 | 2MW | Driven Monopole | 1994 |
| Tunoe Knob | デンマーク | 500kW | 10 | 5MW | Concrete caisson | 1995 |
| Dronten Isselmeer | オランダ | 600kW | 28 | 16.8MW | Driven Monopole | 1996 |
| Bockstigen | スウェーデン | 550kW | 5 | 2.75MW | Drilled Monopole | 1997 |
| Blyth | イギリス | 2,000kW | 2 | 4MW | Drilled Monopole | 2000 |
| Utgrunden | スウェーデン | 1,500kW | 7 | 10.5MW | Driven Monopole | 2000 |
| Middelgrunden | デンマーク | 2,000kW | 20 | 40MW | Concrete caisson | 2001 |
| Yttre Stengrund | スウェーデン | 2,000kW | 5 | 10MW | Drilled Monopole | 2001 |
| Horns Rev | デンマーク | 2,000kW | 80 | 160MW | Driven Monopole | 2002 |
| Roenland | デンマーク | 2,000kW | 4 | 8MW | - | 2002 |
| Roenland | デンマーク | 2,300kW | 4 | 9.2MW | - | 2002 |
| Palludan Flak | デンマーク | 2,300kW | 10 | 23MW | Driven Monopole | 2003 |
| Frederikshavn | デンマーク | 3,000kW | 1 | 3MW | - | 2003 |
| Frederikshavn | デンマーク | 2,300kW | 1 | 2.3MW | - | 2003 |
| Frederikshavn | デンマーク | 2,300kW | 1 | 2.3MW | - | 2003 |
| Nysted Havmoellepark (Rodsand I) | デンマーク | 2,300kW | 72 | 165.6MW | Concrete caisson | 2003 |
| Arklow Bank Phase1 | アイルランド | 3,600kW | 7 | 25.2MW | Driven Monopole | 2003 |
| North H0yle | イギリス | 2,000kW | 30 | 60MW | Driven Monopole | 2003 |
| Scroby Sands | イギリス | 2,000kW | 30 | 60MW | Driven Monopole | 2004 |
| サミットウィンドパワー酒田 | 日本 | 2,000kW | 5 | 10MW | 鋼管杭＋コンクリートスラブ | 2004 |
| せたな町マリンタウン | 日本 | 600kW | 2 | 1.20MW | 鋼管杭＋コンクリートスラブ | 2004 |
| Kentish Flat | イギリス | 3,000kW | 30 | 90MW | Monopole | 2005 |
| Barrow | イギリス | 3,000kW | 30 | 90MW | Monopole | 2006 |
| Beatrice 1 | イギリス | 5,000kW | 1 | 5MW | Jacket | 2006 |
| NSW | オランダ | 3,000kW | 36 | 108MW | Monopole | 2006 |
| Beatrice 2 | イギリス | 5,000kW | 1 | 5MW | - | 2007 |
| Burbo Bank | イギリス | 3,600kW | 25 | 90MW | Monopole | 2007 |
| Lillgrund | スウェーデン | 2,300kW | 48 | 110.4MW | Concrete caisson | 2007 |
| 渤海 | 中国 | 1,500kW | 1 | 1.5MW | Jacket | 2007 |
| Inner Dowsing | イギリス | 3,600kW | 27 | 97.2MW | Monopole | 2008 |
| Lynn | イギリス | 3,600kW | 27 | 97.2MW | Monopole | 2008 |
| Q7 | オランダ | 2,000kW | 60 | 120MW | Monopole | 2008 |
| Thornton Bank | ベルギー | 5,000kW | 6 | 30MW | Concrete caisson | 2008 |
| Greater Gabbard Phase1 | イギリス | 3,600kW | 42 | 151.2MW | Monopile | 2009 |
| Gunfleet Sands 2 | イギリス | 3,600kW | 18 | 64.8MW | Monopile | 2009 |
| Rhyl Flats | イギリス | 3,600kW | 25 | 90MW | Monopile | 2009 |
| Horns Rev2 | デンマーク | 2,300kW | 90 | 207MW | Monopile | 2009 |
| Hywind | ノルウェー | 2,300kW | 1 | 2.3MW | Floating | 2009 |
| Great Belt | デンマーク | 3,000kW | 7 | 21MW | Monopile | 2009 |
| Hywind | ノルウェー | 2,300kW | 1 | 2.3MW | Floating | 2009 |
| Alpha Ventus | ドイツ | 6,000kW | 10 | 60MW | Monopile | 2009 |
| Donghai Bridge Offshore Phase1 | 中国 | 3,000kW | 21 | 63MW | Monopile | 2009 |
| Vaneren Gasslingegrund | スウェーデン | 3,000kW | 10 | 30MW | - | 2009 |
| Robin Rigg (Solway Firth) | イギリス | 3,000kW | 60 | 180MW | Monopile | 2010 |
| Gunfleet Sands | イギリス | 3,600kW | 48 | 173MW | Monopile | 2010 |
| ウィンドパワーかみす | 日本 | 2,000kW | 7 | 14MW | Monopile | 2010 |
| 東海大橋(Donghai Bridge) | 中国 | 3,000kW | 34 | 102MW | High-rise pile cap | 2010 |
| Thanet | イギリス | 3,000kW | 100 | 300MW | Monopile | 2010 |
| Nysted Havmoellepark (Rodsand II) | デンマーク | 2,300kW | 90 | 207MW | Concrete caisson | 2010 |
| Baltic 1 | ドイツ | 2,300kW | 21 | 48MW | Monopile | 2011 |
| Walney Phase 1 | イギリス | 3,600kW | 51 | 184MW | Monopile | 2011 |

BTM Consults World Market Update 2009,
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_offshore_wind_farms 等より作成

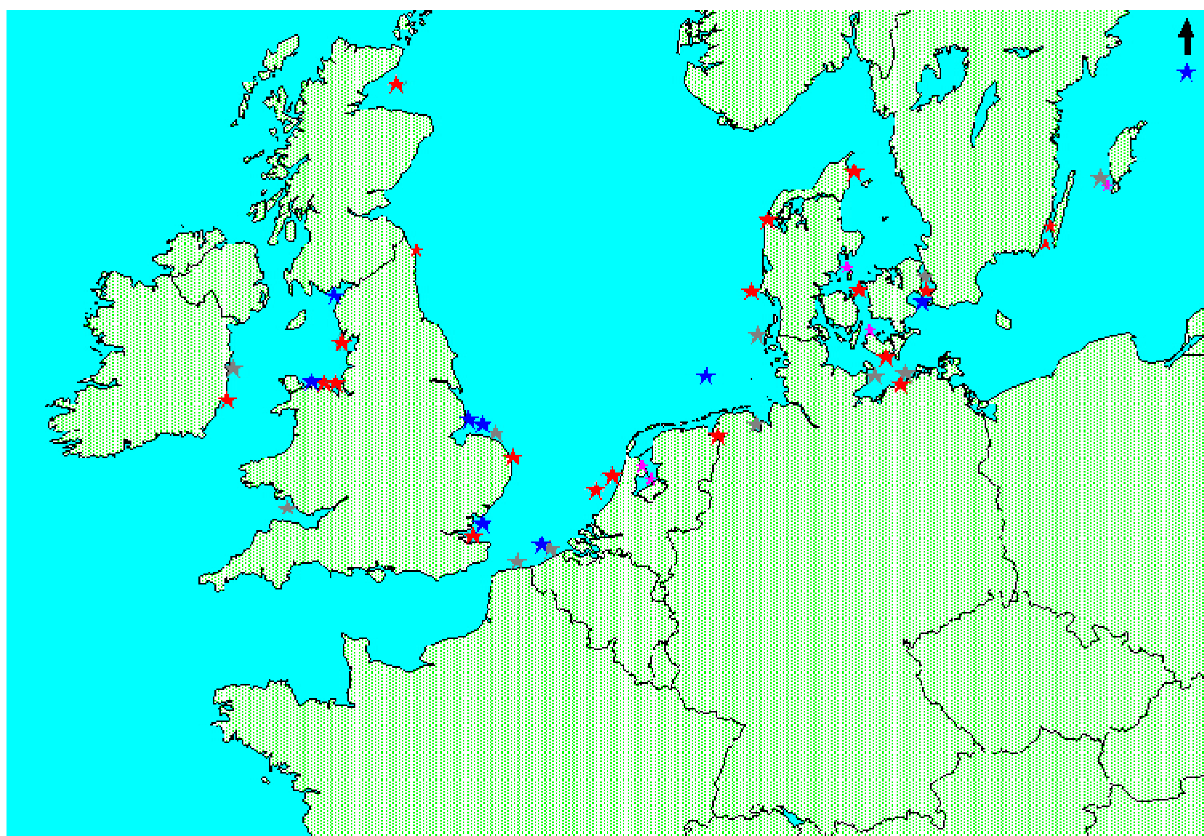


図 2.1.11 欧州北西部における設置済み、計画中の洋上ウィンドファーム
赤：既設の MW 風車、紫：既設の小型風車、青：建設中、灰：計画中、2008 年 9 月更新
http://www.offshorewindenergy.org

洋上風力発電は急速に成長しているが、多くの新技術が適用されてきており、まだ未成熟の技術分野である。風力発電設備全体としては、空気力学、構造力学、構造設計、機械要素、電気機器設計及び電力系統などの技術が関わり、従来から研究が行われている。今後も洋上風力発電の発展に伴いさらなる技術開発が進められると考えられる（一般社団法人日本風力エネルギー学会、洋上風力発電、鹿島出版会、2011 年 11 月）。

① 高性能な風力資源予測手法の開発
② 高性能な通常風・極地風、波浪、氷雪などの外部設計条件の決定に関する手法の開発
③ 高性能な風車ブレード、伝達・変換システム、主構造、制御および系統連系システムの設計・建設手法の開発。最新の計測技術を導入したコンディションモニタリングによる信頼性向上
④ 設計、新型のセンサ、風車間の知的通信、ならびに先端材料などの、新しい制御要素の導入による革新技術
⑤ 風車製造、輸送、建設における技術革新

また、技術開発の区分として、国際エネルギー機関 IEA では、”Technology Roadmap –

Wind energy", IEA, 2009 により、風力エネルギーに関して、①風車の改良、②風環境資源の評価、③洋上風車設置の改善、④サプライチェーンなど幾つかの項目についてロードマップを示している。これらの情報を参考に、以降に収集資料を基に開発状況を示す。

**b．風車の大型化、高出力化**

洋上風車建設は陸上風車建設よりも一般的に投資コスト増（"Technology Roadmaps – Wind Energy", IEA, 2009 により約 2 倍）となるため、全体投資コスト低減の一つの技術開発として風車の大型化が進められている。図 2.1.12～2.1.13 のように風車の大型化と高出力が進んできている。過去 20 年の間に風車ロータ直径は 10 倍（1985 年 15mφ→2005 年 126mφ）に、定格出力は 100 倍（1985 年 50kW→2005 年 5000kW）になってきている。

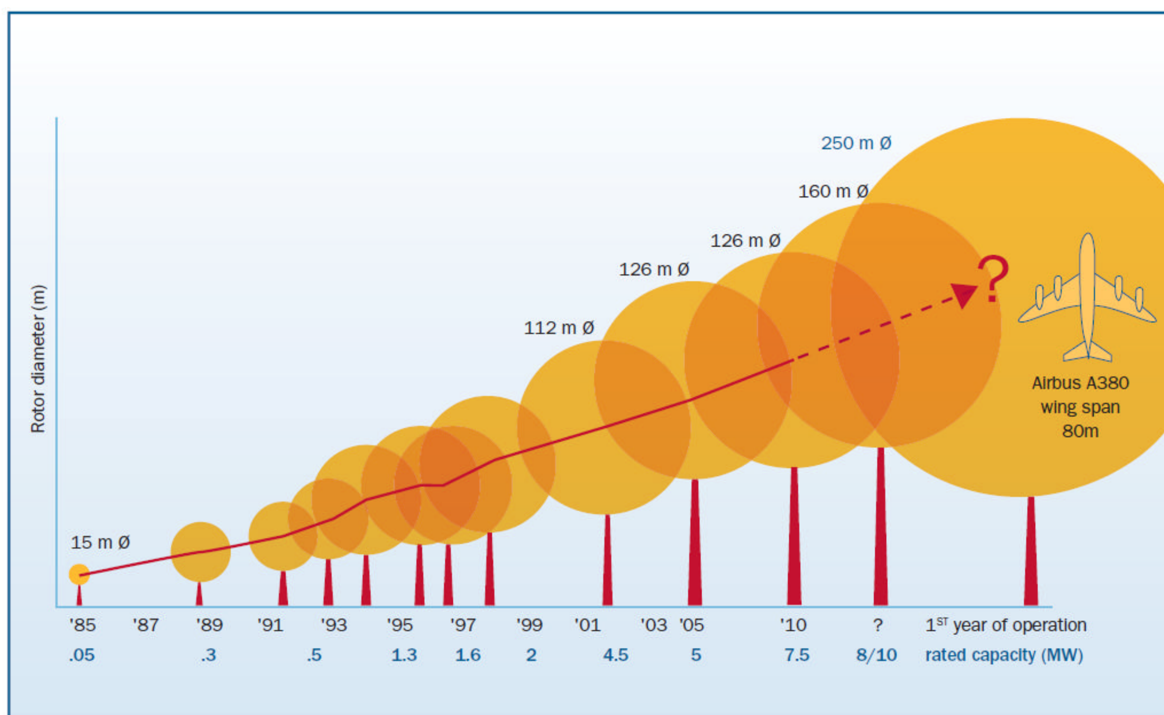



**図 2.1.12 風車サイズと出力の経年変化**

EWEA, UpWind - Design limits and solutions for very large wind turbines -, March 2011

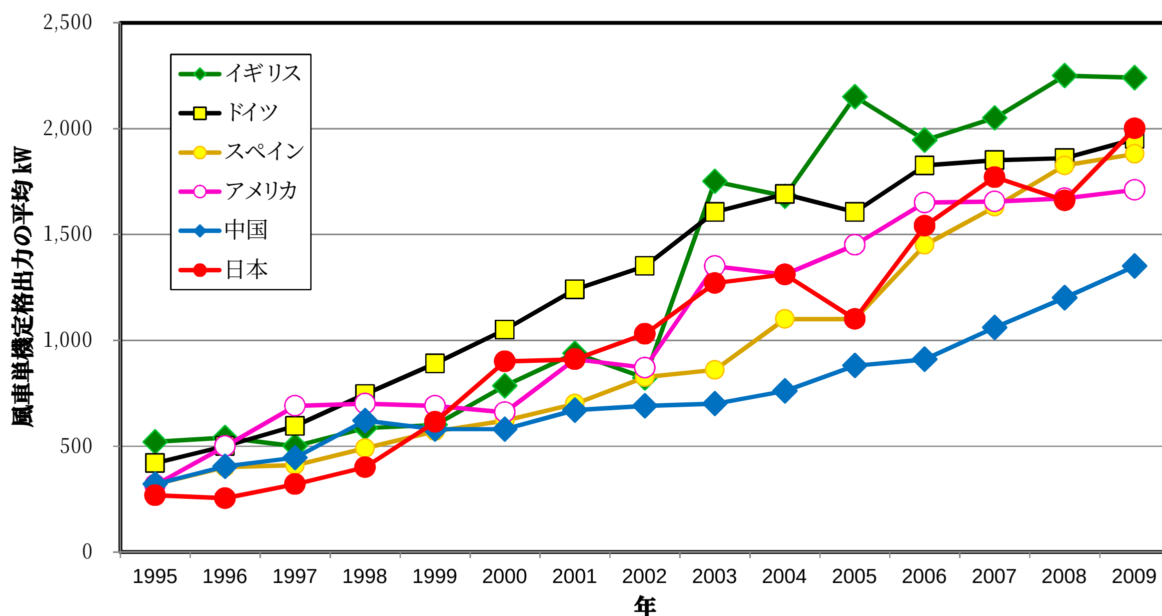



**図 2.1.13 世界の風車の単機定格出力の推移**

http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_data_0204.html **より編集**

**2009 年に導入された世界の主要大型商用風車をみると、特に、洋上ウィンドファームでは、3～6MW の大型の風車が導入される傾向となっている。2MW 風車ではロータ径が約 90m 程度であるが、6MW 風車はロータ径が 112～126m と大型化している。**

**表 2.1.3 2009 年に導入された世界の主要大型商用風車**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Areva Multibrid 5.0MW | 122 | 5000 | 可変速、ピッチ | Multibrid concept | 洋上 |
| Enercon E82 | 82 | 3000 | 可変速、ピッチ | ギアレス多極同期発電機 | |
| Enercon E112 | 112 | 6000 | 可変速、ピッチ | ギアレス多極同期発電機 | 洋上 |
| Enercon E126 | 126 | 6000 | 可変速、ピッチ | ギアレス多極同期発電機 | 洋上 |
| GAMESA G87 | 87 | 2000 | 可変速、ピッチ | IGBT-Inverter | |
| GE Wind 2.3 | 82 | 2300 | 可変速、ピッチ | IGBT-Inverter | |
| GE Wind 2.5 | 104 | 2500 | 可変速、ピッチ | IGBT-Inverter | |
| Goldwind GW82/1500 | 80 | 1500 | | Direct Drive-PMG | |
| MHI, MWT62 | 62 | 1000 | ピッチ | | |
| MHI, MWT92/95 | 92/95 | 2400 | 可変速、ピッチ | | |
| REPOWER M5 | 126 | 5000 | | | 洋上 |
| REPOWER M6 | 126 | 6000 | | | 洋上 |
| Siemens SWT-2.3-93 | 93 | 2300 | 可変速、ピッチ | Variable speed | |
| Siemens SWT-3.6-107 | 107 | 3600 | 可変速、ピッチ | Variable speed | 洋上 |
| Suzlon 2.1MW | 88 | 2100 | | | |
| VESTAS V82 | 82 | 1650 | 一定速、アクティブストール | 1 or 2 speed | |
| VESTAS V90 | 90 | 3000 | 可変速、ピッチ | 可変周波数制御 | 洋上 |
| WinWind 3MW | 90/100 | 3000 | 可変速、ピッチ | Multibrid | 洋上 |

http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_kouza_0307.html

洋上風車の 2002 年から 2013 年までの定格容量とロータ系の経年変化を図 2.1.14 に示す。定格容量、ロータ径とも増大化の傾向であり、2002 年から 2004 年には定格容量 2〜5MW であったのに対し、2013 年には 5〜10MW と予想されている。

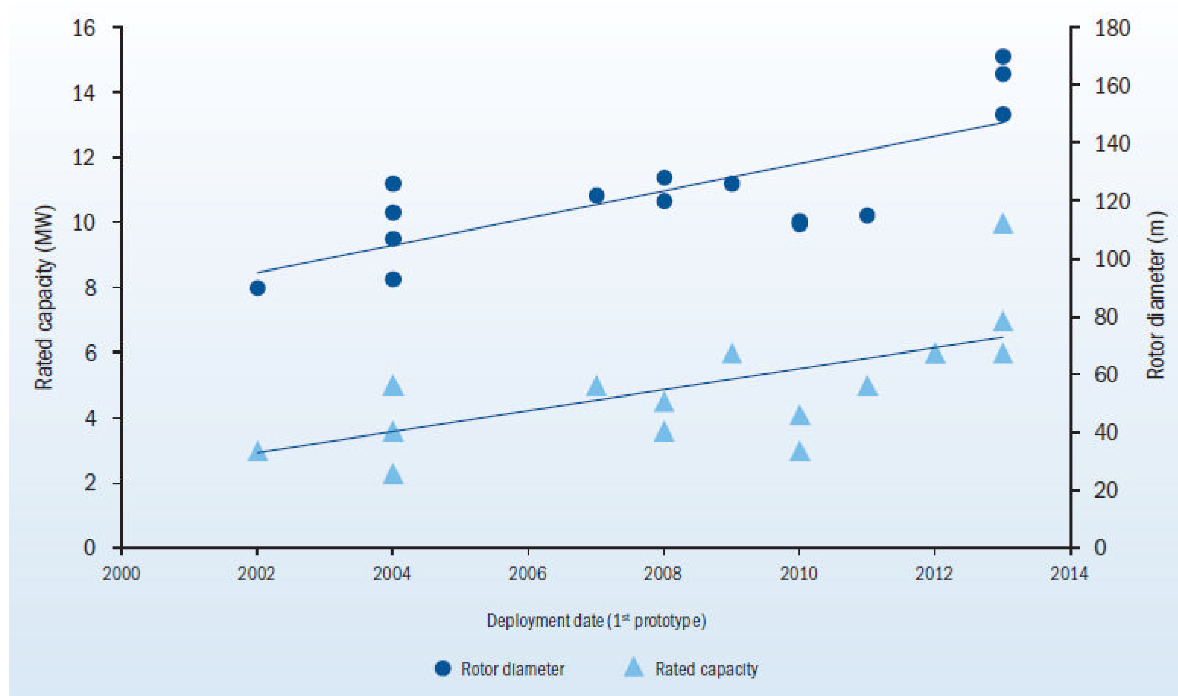



図 2.1.14　洋上風車の定格容量とロータ径の経年変化

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry, Nov. 2011

大型風車として ENERCON の 6MW の事例、Sway の開発中の 10MW 風車（ロータ直径 145m、2015 年完成予定）事例を以降に示す。



**ENERCON E-112 6000 kW**

**Basic informations:**
Rated power: 4,500 - 6,000 kW
Rotor diameter: 114 m
Hub height: 124 m (in situ concrete tower)

**Turbine concept:** Gearless, variable speed, variable pitch control

**Rotor**
Type: Upwind rotor with active pitch regulation
Direction of rotation: Clockwise
Number of blades: 3
Swept area: 10.207 m2
Blade material: Fibreglass (epoxy resin); integrated lightning protection
Rotor speed: Variable, 8 - 13 rpm
Tip speed:: 48 - 78 m/s

図 2.1.15 大型風車の例（ENERCON E-112 6000kW、ドイツ）



図 2.1.16 大型風車の模式図（SWAY 10MW、2015 年完成予定、ノルウェー）
http://www.smartmotor.no/

ｃ．風車の改良と性能向上

風力発電機単体及び設置コスト低減のため、高出力化、大型化に関する技術開発が行われているが、この大型化は重量増加を招き風車に係わる荷重増となるため、経済的コストを考慮に入れた最適な風車サイズがある。そのため、より大型化が可能になるように①先進的な材料開発（高強度化、軽量化、低コスト化）が進められている。さらに、風車単体の性能向上として、②ロータの性能向上、③エネルギーロスの低減及び運用改善、④ドライブトレイン技術開発などが行われている。

設計の傾向として、風車の定格出力当たりの掃引面積は、発電機を大型化する方法とロータを大きくする方法がある。定格出力と掃引面積当たりの重量は低減する傾向にあり、定格出力当たりの掃引面積を大きくする方法が発電コストを低減する方法であるかもしれないとされている（図 2.1.17)。

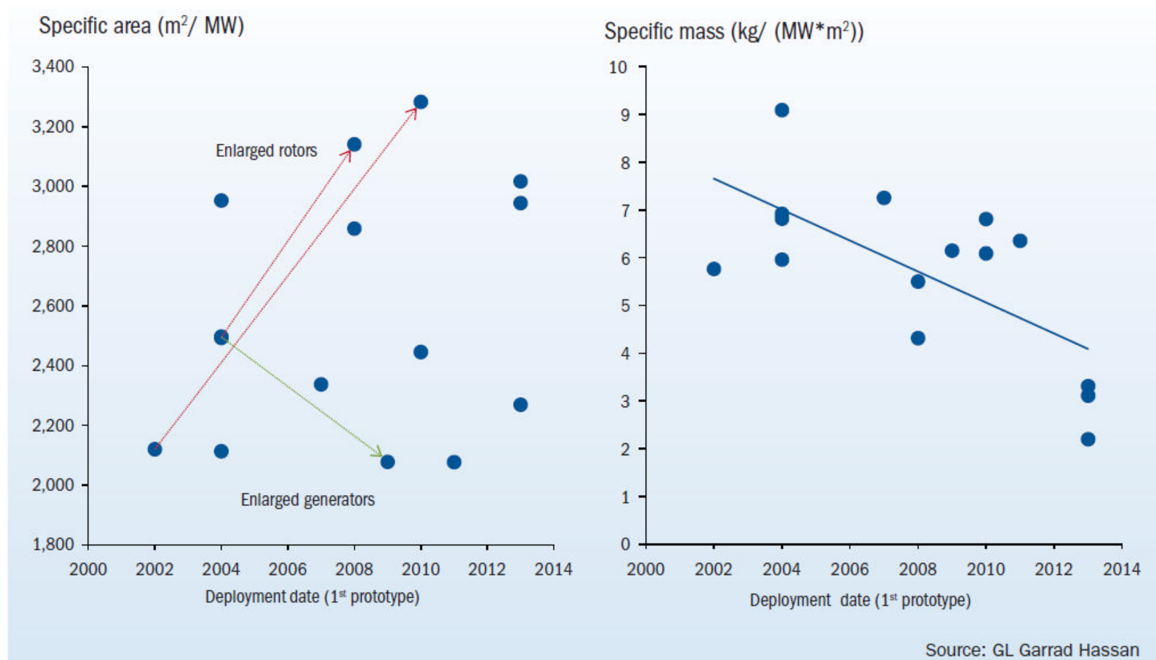



図 2.1.17 風車の掃引面積と軽量化の変化傾向の例

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry, Nov. 2011

ドライブトレインについては、様々なアプローチを適用する傾向にあり、ダイレクトドライブ式だけでなくギア式やさらにハイブリッド設計によるものなどもさらに開発されている。電気的な変換システムでは部分変換システムからフルコンバータシステムに移行する傾向が顕著になっている（図 2.1.18)。

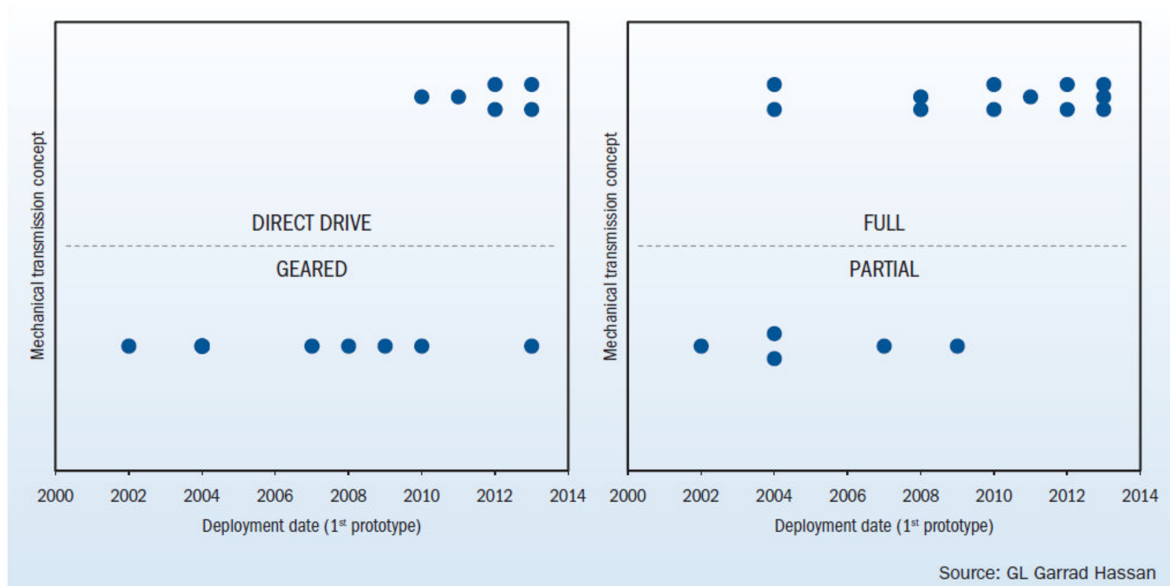



**図 2.1.18 伝達と変換技術の変化傾向の例**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

**研究開発の一例としては、欧州において** UpWind **プロジェクトが** 2006 **年から** 2011 **年まで実施されており、洋上風力での大型風車のニーズを受けて** 10MW～20MW **クラスの風車開発を目指した研究が行われた。デンマークの** Riso National Laboratory **が中心となって、オランダ、ギリシャ、ドイツ、スペイン、英国、フィンランド、ベルギー、ポーランド、チェコ、スウェーデンなどの諸機関が参加している。このプロジェクトでは、風力産業が新型風力発電機の設計、製造時に必要な正確で検証済みの手法・手段、部品等に対する概念の構築の設計支援を目的としている。プロジェクトでは、風車の空気力学、空力弾性、構造、材料、洋上基礎、支持構造物、制御、電力系統、および計測などの項目に言及している。**

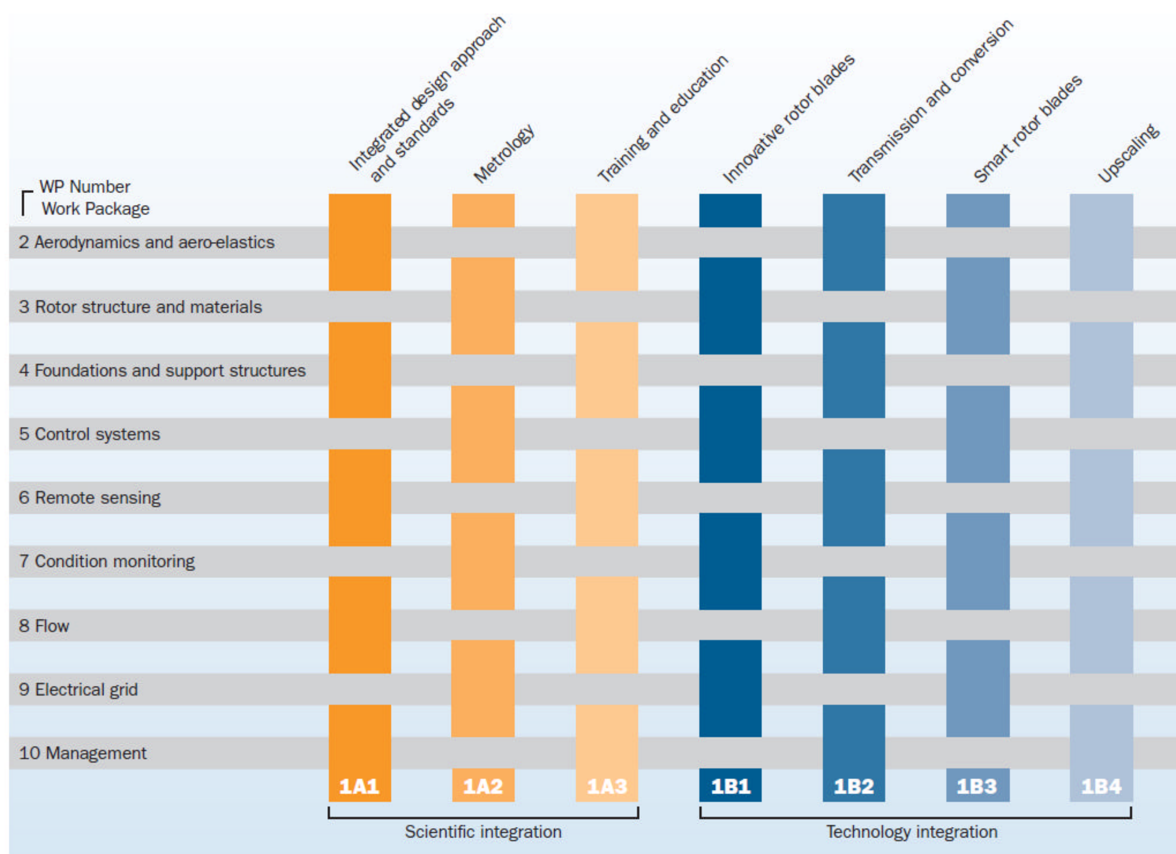



図 2.1.19　UpWind プロジェクトのワークパッケージの概要

EWEA, UpWind – Design limits and solutions for very large wind turbines -, March 2011

**d．洋上風車の環境条件把握**

洋上風車においては、陸上風車にはない新たな環境条件が風車性能に影響を及ぼす可能性がある。洋上風車における環境条件の把握と風車運用条件への影響を検討することが必要となっている。

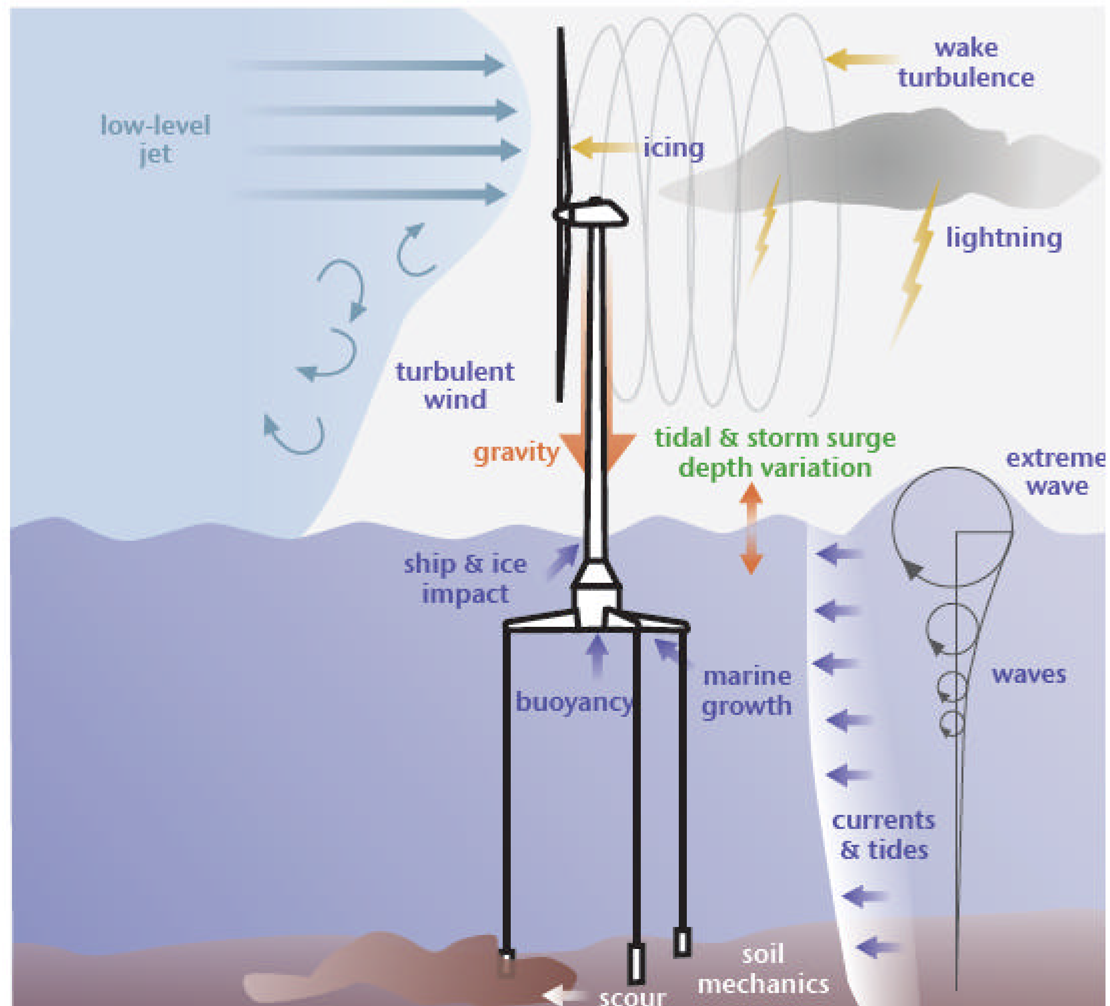



図 2.1.20 洋上風車運用に影響が想定される環境条件等の模式図
IEA, Technology Roadmap – Wind Energy, 2009

UpWind プロジェクトでは、環境条件把握のためのセンサに関して、計測に関して信頼性があり適切な測定法に基づき計測の不確実性の低減や各種センサの評価などを行い、データベースの構築を行っている。データベースには、現在の解析技術、現在の測定法、センサ一覧、予想される問題、入手可能なセンサなどをまとめている。さらに、最新の LIDAR 技術（レーザーを連続的に発射し、その反射点の位置を受光までの時間から求める技術）などにも着目し検討されている。

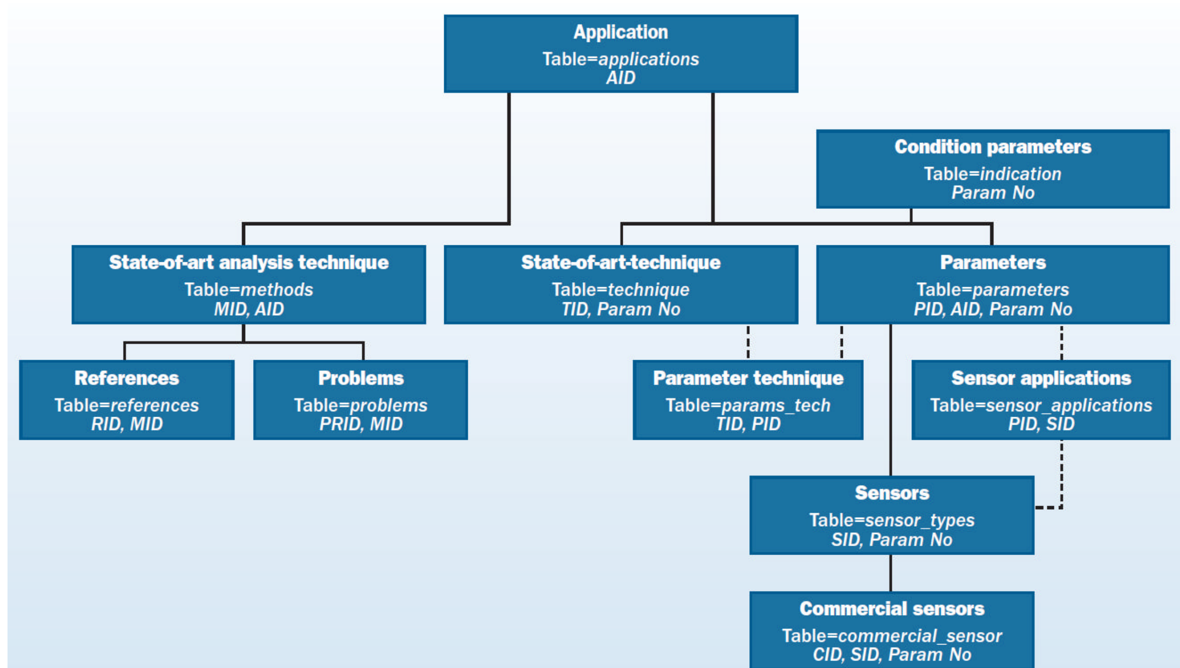



図 2.1.21　計測法に関するデータベース

EWEA, UpWind – Design limits and solutions for very large wind turbines -, March 2011

ｅ．風車基礎構造

洋上風車は、基礎の形式から着床式と浮体式に分類できる。図 2.1.22 は水深別の洋上風車適用の模式図であり、浅水域では着床式が用いられ、深水域では浮体式となる。

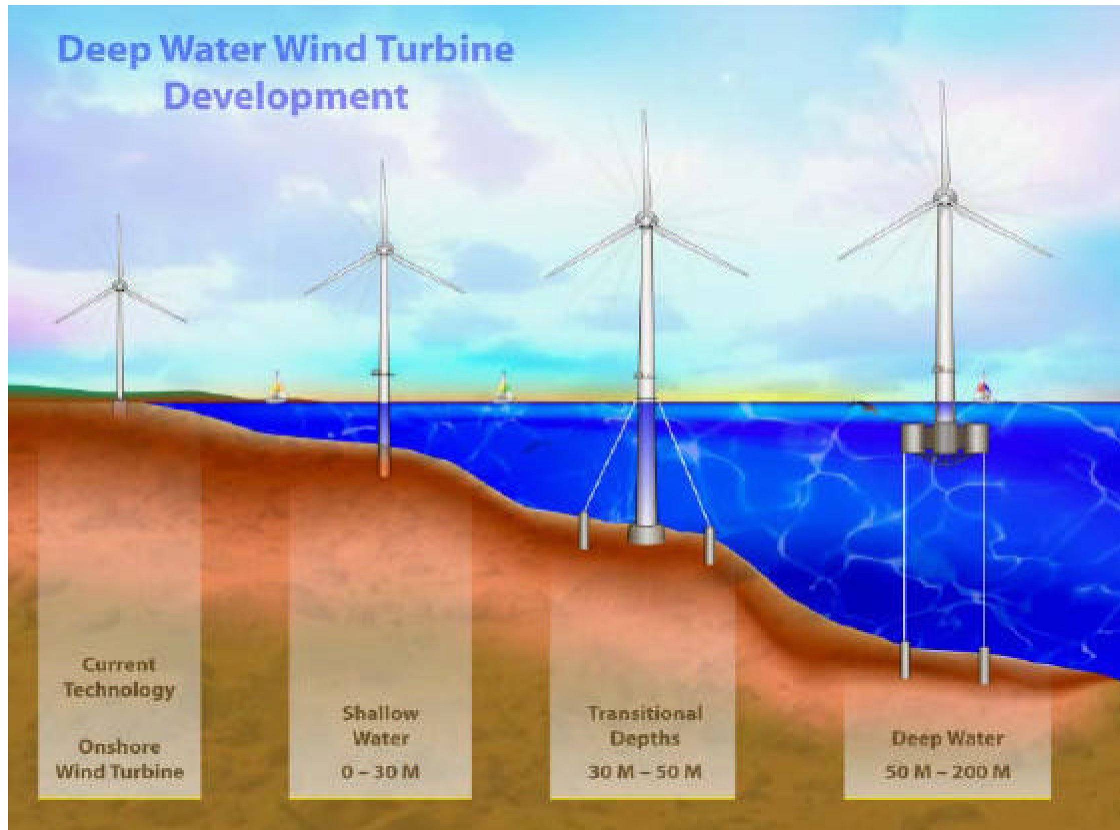



図 2.1.22 洋上風車の基礎構造種類の例

http://offshorewind.net

ｉ．着床式

着床式洋上風車は、①重力式、②モノパイル、③ジャケットの 3 つの基本形式に分類され、さらに、その発展形として④トライパイル、ハイブリッド形式として⑤トライポッドがある（表 2.1.3）。また、ジャケット、トライポッド、トライパイルなどをスペースフレーム構造としてまとめている場合もある。

EWEA の資料によると、1990 年から 2012 年までの洋上風力発電の年間市場比率は図 2.1.23 のように全般的にモノパイル式が多く、また、2010～2012 年にはスペースフレーム構造（ジャケット、トライポッド、トライパイル）が 20%を超える比率となっている。また、別の資料では 2011 年に設置された洋上ウィンドファームの基礎構造種別は図 2.1.24 のようにモノパイルが 69%、ジャケットが 22%であり、浮体式は 1%となっている。建設中のウィンドファームにおいても図 2.1.25 のようにモノパイルが 62%であり最も多い。

表 2.1.4 着床式洋上風力発電設備支持構造物の構造形式

| 種類<br>---------<br>英語表記 | 水深 | 地盤条件 | 海底条件 | 模式図 |
|---|---|---|---|---|
| **重力式**<br>（基本形①）<br>---------<br>Gravity-based<br>Structure (GBS) | <30m | **堅牢な地盤** | **平坦** | |
| **モノパイル**<br>（基本形②）<br>---------<br>Monopile | <30m | **やや堅牢な地盤** | **海底傾斜** | |
| **トライポッド**<br>（ハイブリッド形）<br>---------<br>Tripod (Space Frame) | <60m | **軟弱な地盤** | **海底傾斜** | |
| **トライパイル**<br>（モノパイルの発展形）<br>---------<br>Tri-pile (Space Frame) | <60m | **軟弱な地盤** | **海底傾斜** | |
| **ジャケット**<br>（基本形③）<br>---------<br>Jacket (Space Frame) | <60m | **軟弱な地盤** | **海底傾斜** | |

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry -, Nov. 2011
NEDO **新エネルギー・産業技術総合開発機構、平成** 19 **年度洋上風力発電実証研究** F/S **に係る先行調査報告書、**2007 **年**

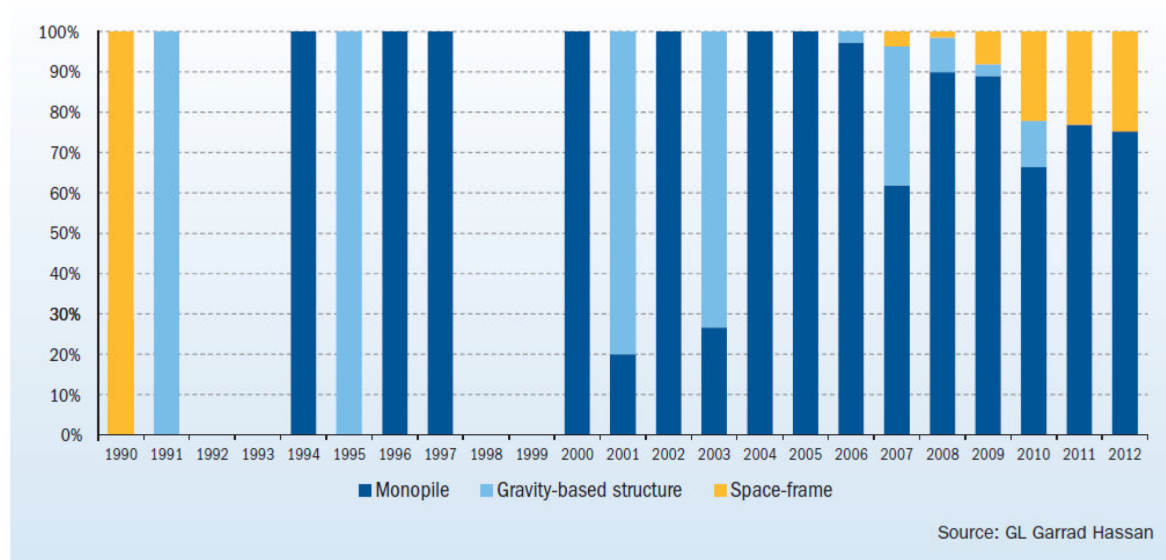



**図** 2.1.23 **洋上風力発電基礎の市場比率推移**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry -, Nov. 2011

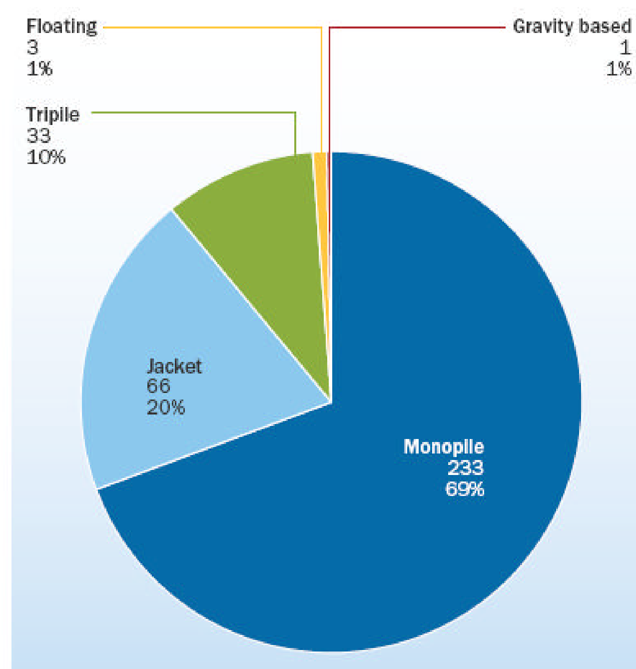



**図** 2.1.24 2011 **年建設の洋上ウィンドファームにおける基礎構造比率**

EWEA, "The European offshore wind industry key trends and statics 2011", Jan. 2012

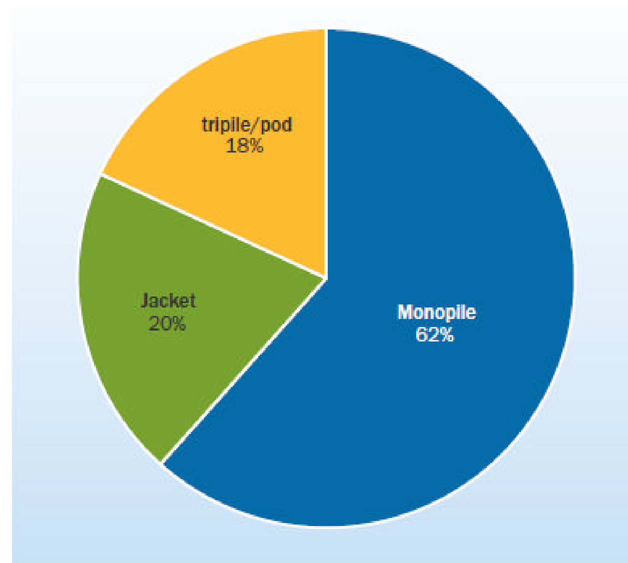



**図 2.1.25 建設中の洋上ウィンドファームにおける基礎構造比率**

EWEA, “The European offshore wind industry key trends and statics 2011”, Jan. 2012

**重力基礎形式としては、図 2.1.26 のような例がある。適用範囲が浅水域であり、風車の容量と水深の増大に伴って適用される事例が少ない。この形式を採用した洋上ウィンドファームの例では、Vindenby（デンマーク）、Tuno Knob（デンマーク）、Thornton Bank (Phase I)（ベルギー）などがある。Thornton Bank (Phase I)（ベルギー）は、水深 12～27.5 m、離岸距離約 29km の位置に 5MW 風車を 6 台設置している（図 2.1.27）。**

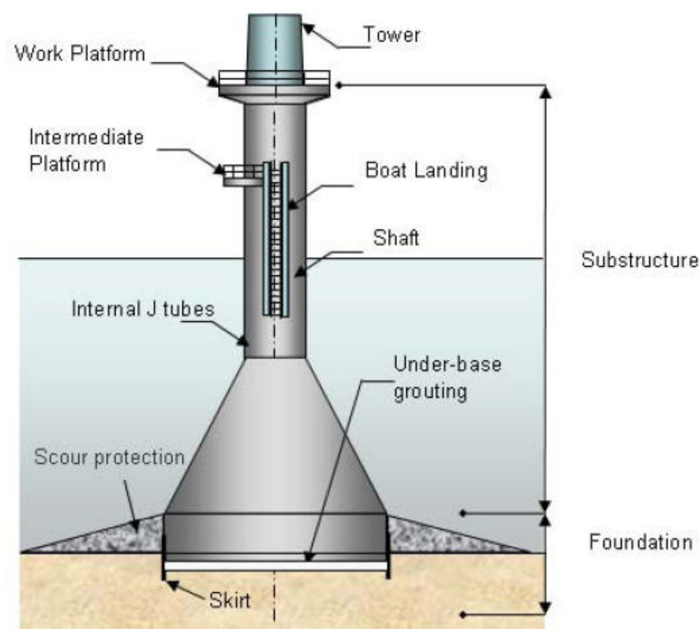



**図 2.1.26 重力式基礎の構造例**

http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-i-technology/chapter-5-offshore/wind-f




**図** 2.1.27 **重力式基礎の適用例、**Thornton Bank (Phase I)**（ベルギー）**

http://www.c-power.be/English/welcome/algemene_info.html

**モノパイル式の構造形式の例は、図** 2.1.28 **のとおりであり、構造が単純であり、洗掘しにくいなどの特徴によって浅水域から中程度水深の海域に設置される洋上風車の基礎として普及している。施工例を図** 2.1.29 **に示す。**

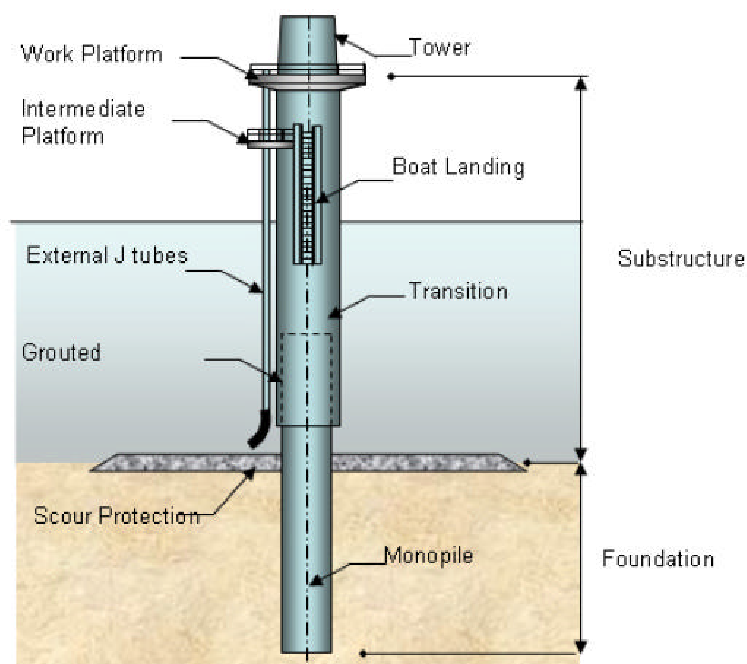



**図** 2.1.28 **モノパイル式基礎の構造例**

http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-i-technology/chapter-5-offshore/wind-f



図 2.1.29 モノパイル構造の例

http://www.smuldersgroup.com/divisions/windturbine-constructions

ジャケット式の構造例は、図 2.1.30 のとおりである。適用例は、Beatrice（英国、図 2.1.29)、Alpha Ventus（デンマーク）などがある。

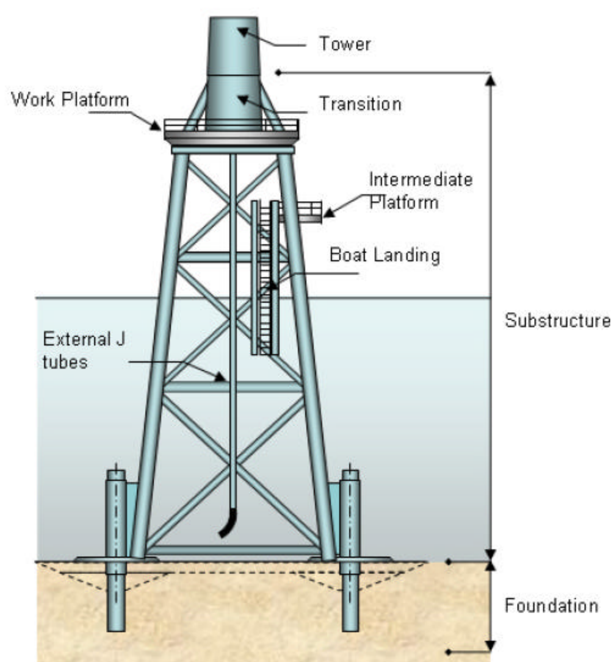



図 2.1.30 ジャケット式基礎の構造例

http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-i-technology/chapter-5-offshore/wind-f



図 2.1.31 ジャケット構造の例、Beatrice ウィンドファーム(5MW 風車)
http://www.wwindea.org/technology/ch01/en/1_3_4.html

トライポッド式の構造例は、図 2.1.32 を示す。適用例としては Alpha Ventus ウィンドファーム（デンマーク）がある（図 2.1.33）。

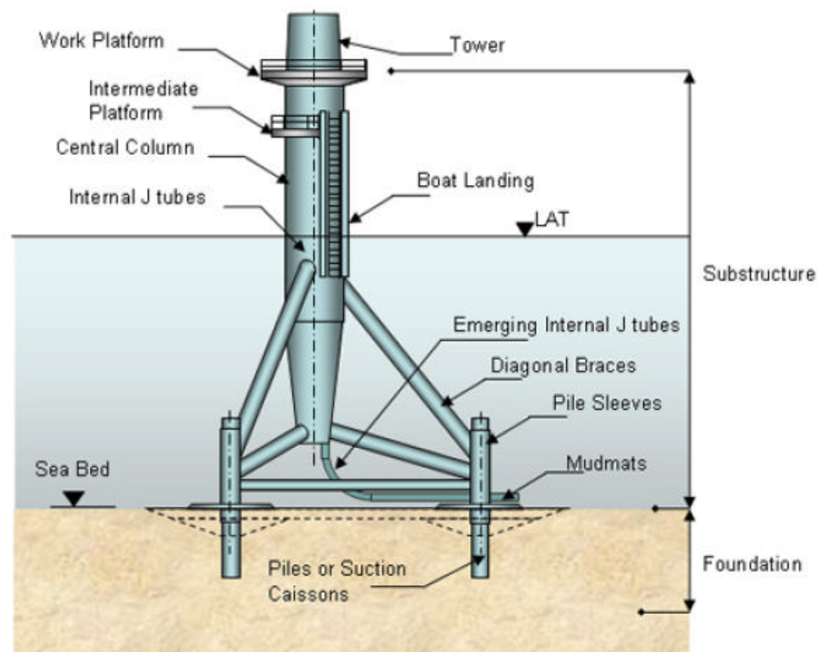



図 2.1.32 トライポッド式基礎の構造例
http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-i-technology/chapter-5-offshore/wind-f



図 2.1.33 トライポッド構造の例、Alpha Ventus ウィンドファーム（デンマーク）
http://www.theresilientearth.com/

ii．浮体式

浮体式洋上風車の海外研究事例を以降に示す。

① Hywind

スパー型の研究がノルウェーで実海域実証実験が行われている。Statoil が建設した世界初の浮体式洋上風力発電施設で、ノルウェー南西部の Stavanger の北海沖合 10km、水深 200m の位置に設置されている。

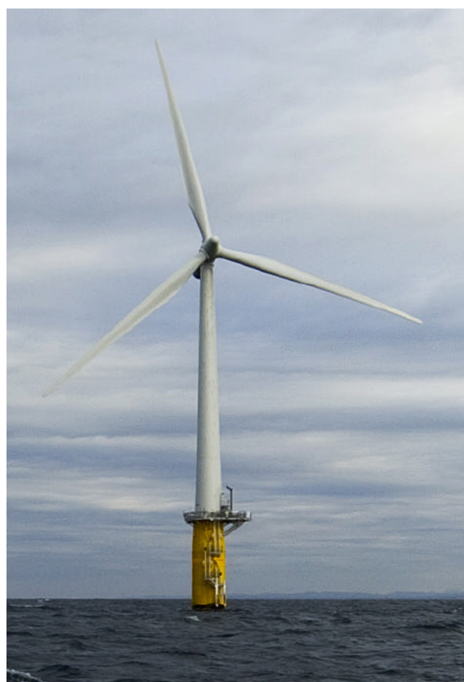


図 2.1.34 Hywind （ノルウェー）
http://www.statoil.com/

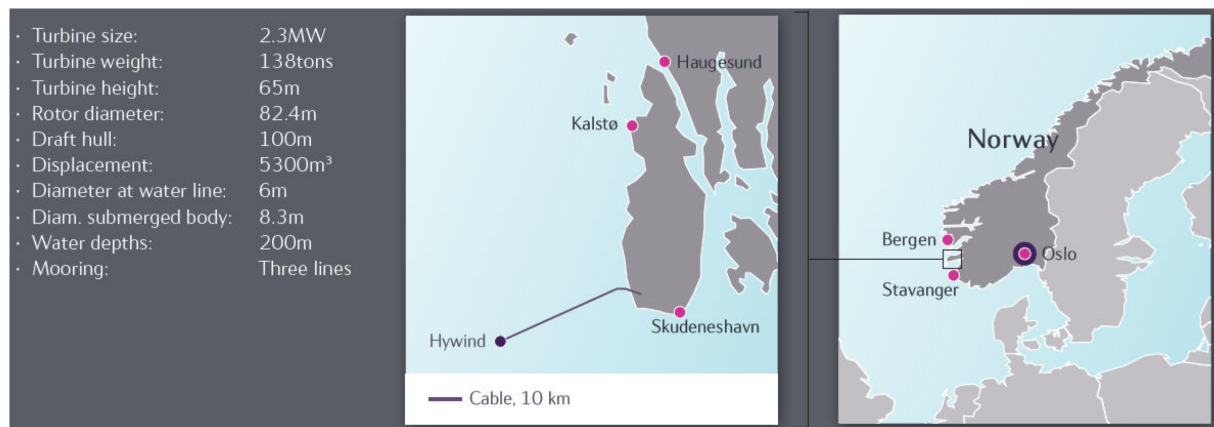



図 2.1.35 Hywind プロジェクト位置図と洋上風車等使用

http://www.statoil.com/

② SWAY

TLP 形式の浮体構造について、ノルウェーの SWAY 社が研究を実施している。風車はダウンウィンド型を想定している。以下にその概念図を示す。

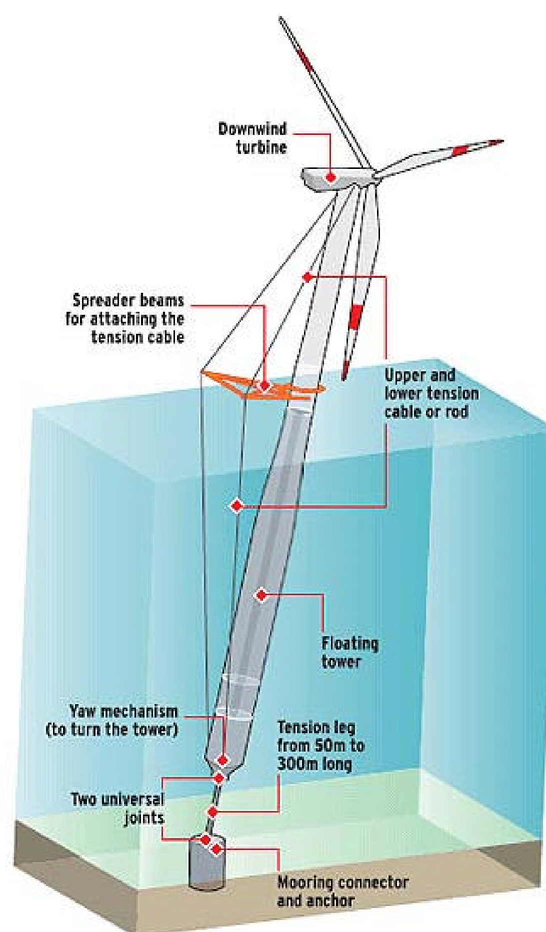



図 2.1.36 SWAY 社の洋上風車概念図

http://www.dailytech.com/

③ WindFloat

Principle Power 社が開発したセミサブ型浮体式を採用した構造の研究プロジェクトで、水深 50m 以上、風車は 10MW 程度までを想定している。2011 年秋からポルトガル沖合にて Vestas 2MW 風車を用いて試験に入っている。



図 2.1.37 WindFloat プロジェクトの洋上風車の例（ポルトガル沖）

http://www.portosdeportugal.pt/

④ Blue H

オランダの Blue H Technologies によって 2008 年に TLP 方式浮体洋上風力発電施設が開発され、2008 年にイタリアの沖合、離岸距離 21km、水深 113m の位置に設置された。世界初となる実用化浮体式洋上風力発電施設であるが、発電容量は 80kW であり、2009 年に撤去された。現在、2MW 風車設置を想定した研究開発中である。



図 2.1.38 Blue H Technologies の洋上風車の例

http://gigaom.com/cleantech/floating-the-idea-of-offshore-wind/

⑤ VertiWind

**フランスの** Technip **は浮体式垂直軸風車の** 2MW **プロトタイプを** 2012 **年夏に、南フランスにおいて建設を開始する予定である。**

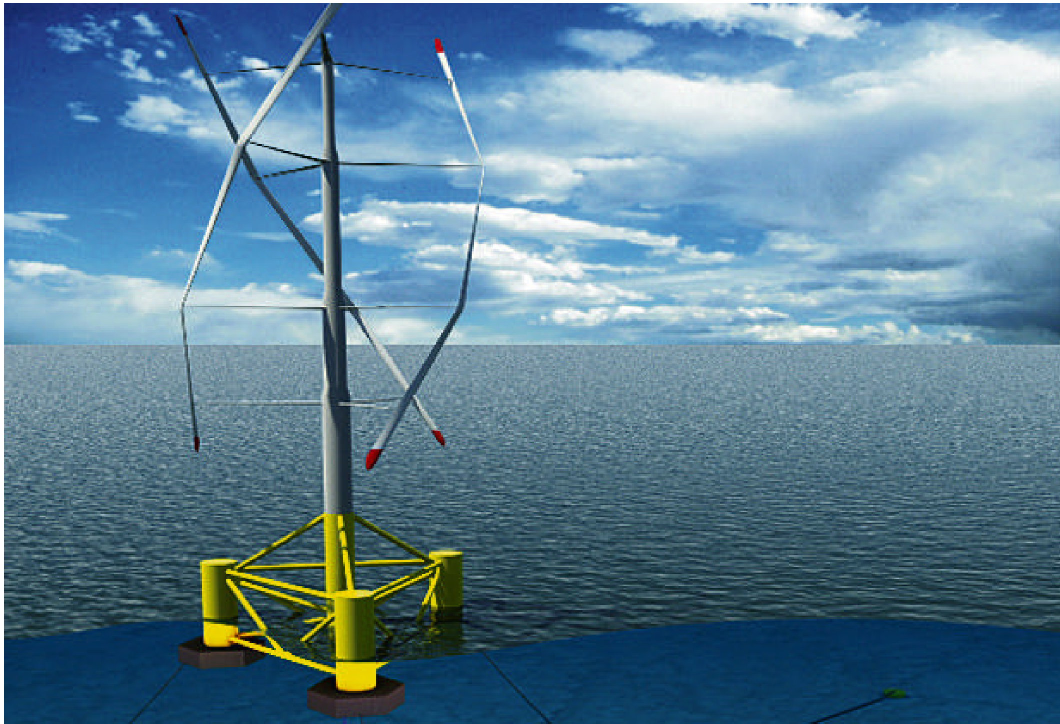


**図** 2.1.39 VertiWind **フランス沖水深** 85m **における** 2MW **風車設置模式図**

http://www.rechagenews.com/

前記の海外研究事例以外にも浮体式洋上風車の基礎構造物としては様々な方式があり、この分類法としては、係留に係わり、緩係留と緊張係留がある。それぞれの特徴を表 2.1.5 に、また、主な形式の事例を以降に示す。

表 2.1.5 浮体式洋上風車の係留に係わる分類

| 分類 | 浮体構造物の維持方法 | 方式 | 係留の例 |
|---|---|---|---|
| 緩係留 | ケーブルの重さにより位置保持の機能を提供する。 | ① 円盤ブイ型浮体<br>② スパー型浮体<br>③ ディープスパー型浮体<br>④ トリフローター型浮体<br>⑤ マルチフローター型浮体の改良版<br>⑥ 複数基風車搭載のセミサブ型浮体<br>⑦ 2例複数基風車搭載浮体 | スパー型 |
| 緊張係留 | ケーブル内の張力を利用して不浮体の位置を保持する機能を提供する。 | ① 緊張係留型スパー<br>② ミニ TLP<br>③ 4つのフローターを持つ TLP | TLP |

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry -, Nov. 2011
一般社団法人日本風力エネルギー学会、洋上風力発電、鹿島出版会、2011 年 11 月

**ii－１．緩係留**

**①　円盤ブイ型浮体**

**水面上に浮かぶ円盤浮体構造となっており、水線面積とカテナリー係留によって、風車からの荷重及び波漂流力に抵抗して安定性が確保される方式の浮体である。**



**図** 2.1.40 **円盤型浮体の模式図（立体表示）**
ECN, MARIN, Lagerwey the Windmaster, TNO, TUD, MSC, Studie naar haalbaarheid van en randvoorwaarden voor drijvende offshore windturbines, Dec. 2002

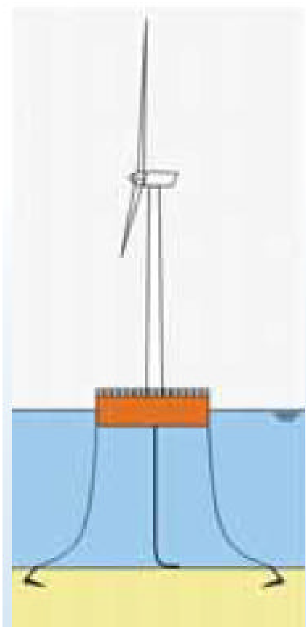


**図** 2.1.41 **円盤型浮体の模式図（２次元表示）**
EWEA, UpWind - Design limits and solutions for very large wind turbines -, March 2011

**②　スパー型浮体**

**より深い海域への適用として、円盤の厚さを増した浮体構造（図** 2.1.42**）であり、**

スパー型浮体構造物は、海洋開発分野において数十年の歴史を有している。長い没水した鉛直円筒と安定性を保つためバラストから構成されている。波による上下方向の動揺を低減するためにヒーププレートがフローターの底部に取り付けられる場合がある。

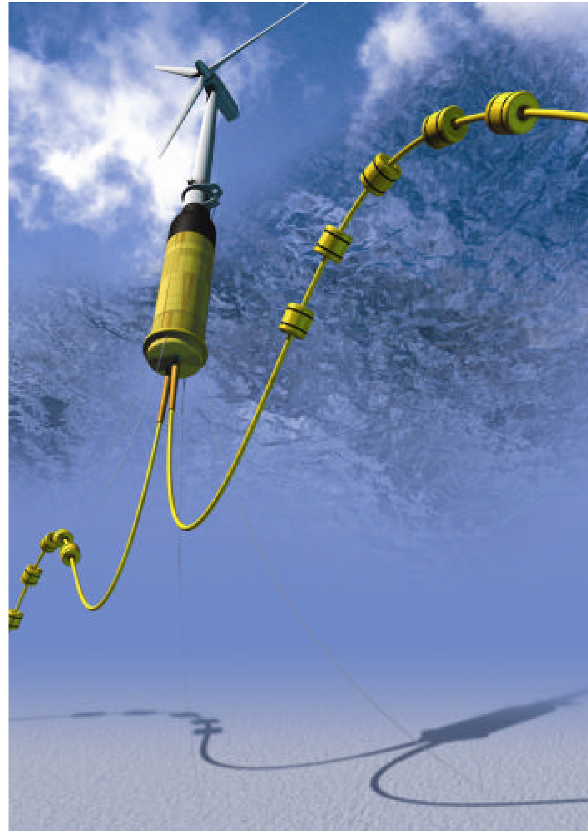


図 2.1.42 スパー型浮体の模式図

http://www.renewableenergyfocus.com/

③ ディープスパー型浮体

水深が十分深い場合の適用として、長いスパーを用いて浮体性能を向上させたタイプであり、底部のバラストにより安定性を与えることからスパー直径を小さくすることができる。ノルウェーの洋上 10km における Hywind が初の実用化であり、浮体式タワーと 2.3MW 風車から成り水深 200m 地点で 2009 年 6 月に供用となっている。

④ トライフローター型浮体

ロール及びピッチの剛性を高めるためロール及びピッチの回転軸から水面までの距離をとり、スパーを分散して配置した浮体構造である。波による上下方向の動揺を低減するためにヒーププレートがそれぞれのフローターの底部に取り付けられている。



**図** 2.1.43 **ディープスパー型浮体の模式図**（Hywind）

http://www.renewableenergyfocus.com/



**図** 2.1.44 **トライフローター型浮体の模式図**

S. Butterfield, et. al., Engineering Challenges for Floating Offshore Wind Turbines, Conference Paper, NREL/CP-500-38776, Sep. 2007

**⑤ マルチフローター型浮体の改良版**

**フローター型が４つ以上となるマルチフローター型浮体の改良版が多く研究されている。基本となるトリフローター型よりも高価であるとされている。**



**図** 2.1.45 **４つのフローターを持つ浮体の模式図**

ECN, MARIN, Lagerwey the Windmaster, TNO, TUD, MSC, Studie naar haalbaarheid van en randvoorwaarden voor drijvende offshore windturbines, Dec. 2002

**⑥ セミサブ型浮体**

**構造物の下部が海面下に沈み込んでいる半潜水式の浮体構造物をセミサブ型と呼んでおり、海面により区分される構造物断面積等が箱型などに比べて小さいため、波や潮流による上下動や水平移動の応力が小さく、安定した状態を確保しやすい方式となっている。模式図と、ポルトガル沿岸での浮体式風車の設置状況を以降に示す。**




**図** 2.1.46 **セミサブ型浮体の模式図**（WINFLO Project）

http://en.dcnsgroup.com/energy/marine-renewable-energy/winflo/



**図** 2.1.47 **セミサブ型浮体の模式図**

Hasan Bagbanci, Dynamic Analysis of Offshore Floating Wind Turbines, Naval Architecture and Marine Engineering, Dec. 2011



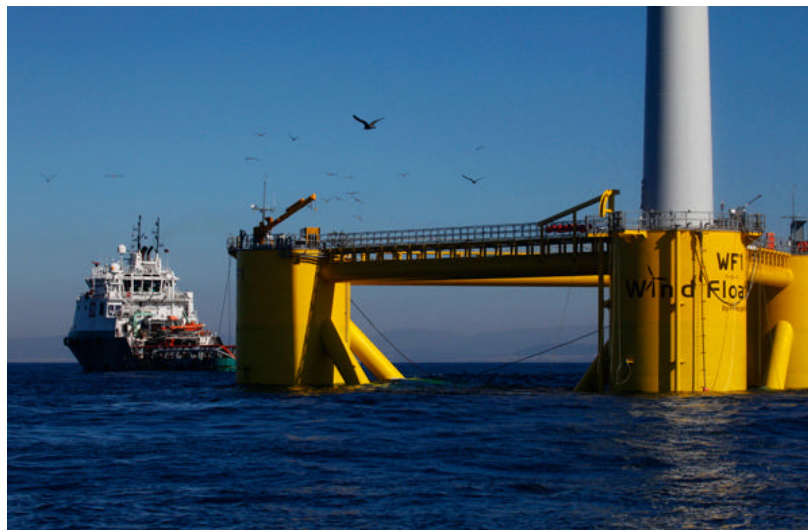




**図** 2.1.48 **セミサブ型浮体式風車の例**（Aguçadoura、**ポルトガル**）

http://www.offshorewind.biz/

### ii－2．緊張係留

緊張係留は方式の事例は多くないが新たな支持構造物として認識されるようになってきており、①鉛直方向の剛性を高めること、②浮体の固有周期を波の周期から十分に離すことによって、鉛直、ロール及びピッチ方向の動揺を減らすことができるとされている。

① 緊張係留型スパー

緊張係留型スパー方式の研究事例を以降に示す（図 2.1.49)。カテナリー係留型スパーと同様に、より深い水域では長めのスパーを用いることにより、浮体の性能を改善することができるとされている。



図 2.1.49 緊張係留型スパーの模式図

ECN, MARIN, Lagerwey the Windmaster, TNO, TUD, MSC, Studie naar haalbaarheid van en randvoorwaarden voor drijvende offshore windturbines, Dec. 2002

② TLP、ミニ TLP（TLP）

TLP（緊張係留プラットホーム）型の適用にむけたプロトタイプの事例（Puglia, Italy）と SeaStar とも呼ばれるミニ TLP の事例を以降に示す。

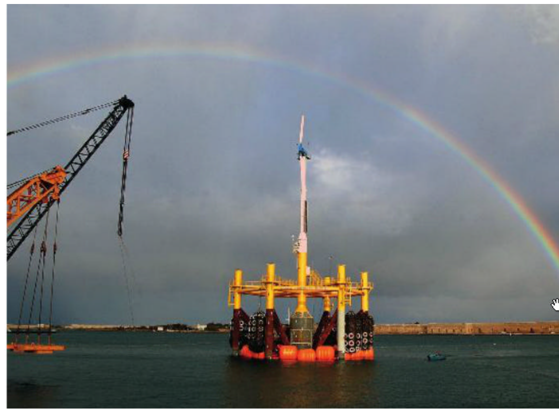


図 2.1.50 TLP 型風車の事例（Puglia, Italy）
http://www.rina.org.uk/



図 2.1.51 TLP 型風車の事例（Puglia, Italy）
http://www.bluehgroup.com/



図 2.1.52 ミニ TLP 型風車の模式図

A. Henderson, et.al., Floating Support Structures Enabling New Markets for Offshore Wind Energy, EWEC Conference 2009, Marseille, France

### ii－3．浮体式構造の評価事例

各種浮体式構造について、その安定の方式、適用水深、挙動、コスト等に関して評価した事例を以下に示す。

表 2.1.6 浮体式構造物の評価事例

| | Spar | Classic TLP | Mini TLP | Semi-Sub | Frame-work | Barge |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Stability | Ballast | Mooring | Mooring | Hydrostatic | Hydrostatic | Hydrostatic |
| Min Depth | 150m | 50m | 50m | 50m | 50m | 50m |
| Periods | Challenging | Good | Good | Good | Challenging | Challenging |
| Motion | Challenging | Good | Good | Good | Challenging | Poor |
| Cost | Probably Good | Size | Uncertain | Size | Uncertain | Size |
| Yaw & Torque | Challenging | Good | Probably Good | Good | Good | Good |
| Installation | Challenging | Challenging | Challenging | Good | Good | Good |

Challenging = technical issue to be analysed and resolved
Size = cost prognosis negative due to size of vessel and hence cost

A. Henderson, et.al., Floating Support Structures Enabling New Markets for Offshore Wind Energy, EWEC Conference 2009, Marseille, France

### ｆ．洋上ウィンドファームの水深と離岸距離

欧州における洋上ウィンドファームの水深と離岸距離の実績は、水深の平均では 2010 年 17.4m、2011 年 22.8m であり、離岸距離は 2010 年 27.1km、2011 年 23.4km となっている。2011 年に建設された洋上ウィンドファームの平均水深と離岸距離を図 2.1.53 に、さらに、承認されたウィンドファームと計画中のウィンドファームのデータと合わせて図化した結果は図 2.1.54 のとおりである。

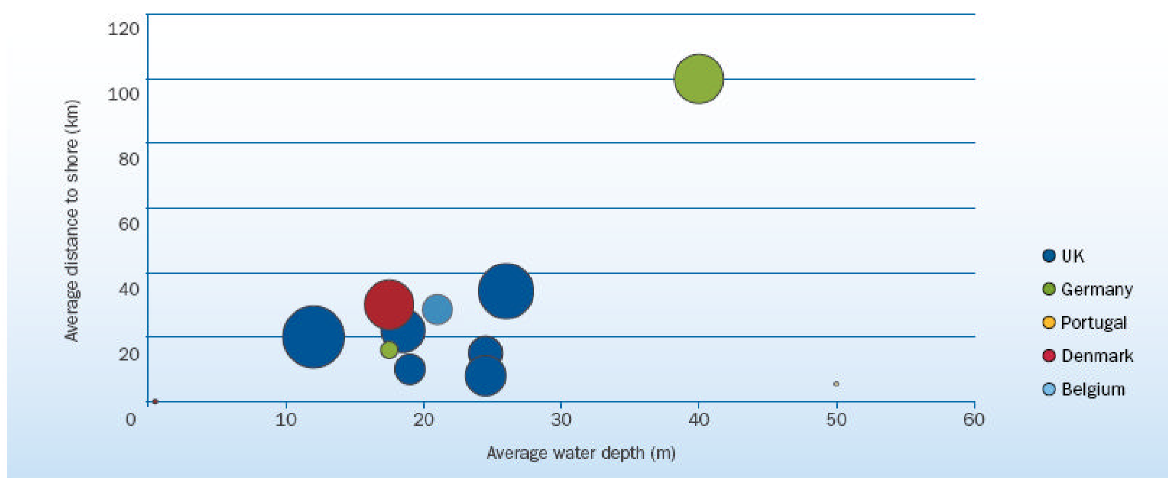



図 2.1.53 2011 年の洋上ウィンドファームの平均水深と離岸距離

EWEA, “The European offshore wind industry key trends and statics 2011”, Jan. 2012

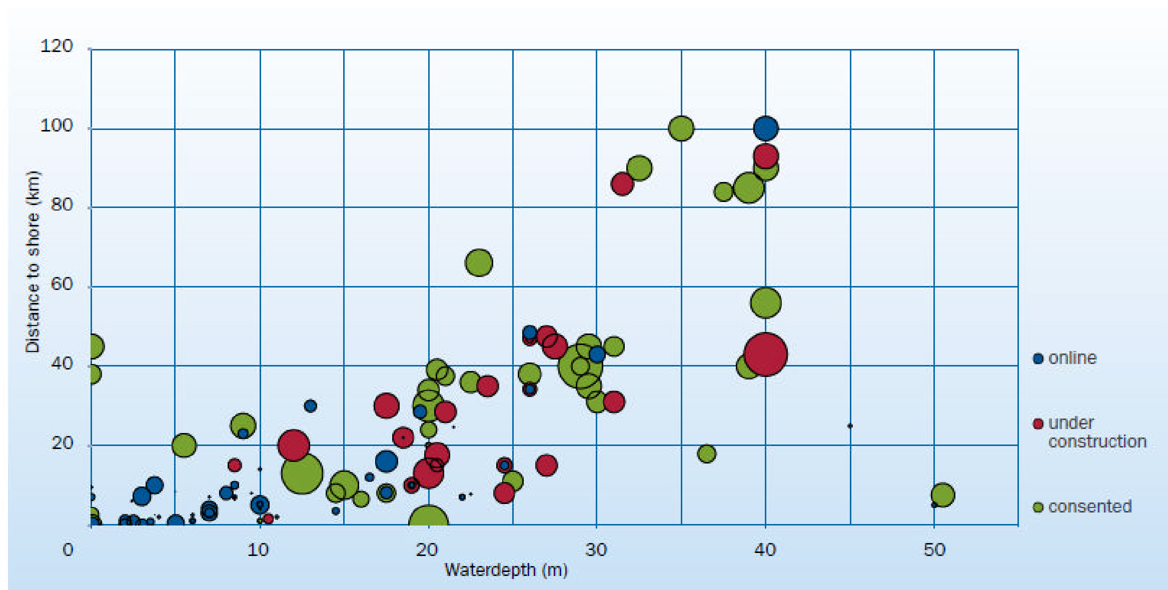



図 2.1.54 洋上ウィンドファームの平均水深と離岸距離

EWEA, “The European offshore wind industry key trends and statics 2011”, Jan. 2012

## g．洋上ウィンドファームの系統連系

洋上風力発電所の集電・送電システムのレイアウト概念図の例を以下に示す。集電システムは、ウィンドファーム構内で各風車と接続し集電点に接続されている。洋上ウィンドファームの規模や設置場所により、洋上変電所を持たない場合や、大規模なウィンドファームでは集電点や洋上変電所が複数必要になるケースも考えられる。

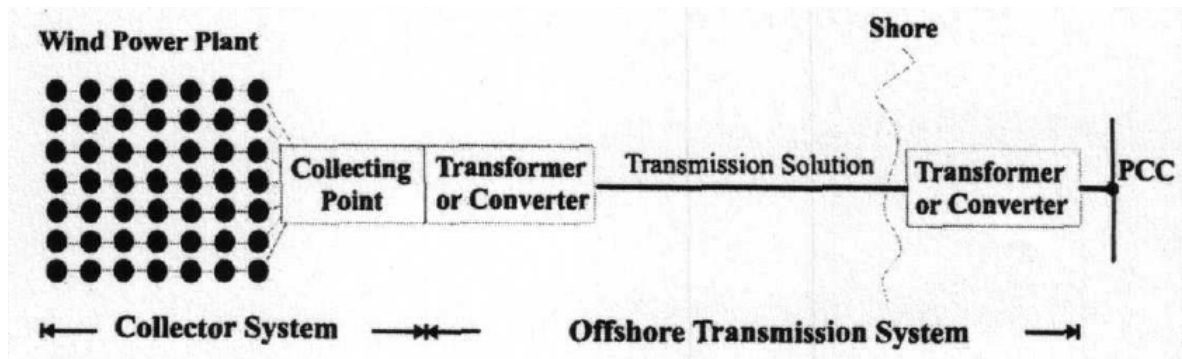



図 2.1.55　洋上風力発電システムの概念図

PCC : Point of Common Coupling、受電点

John Twidell and Gaetnano Gaudiosi, Offshore Wind Power, Multi-Science Publishing Co. Ltd.

2000 年から 2007 年の間に建設された風力発電所、および主な計画中の風力発電所の電気的パラメータとして、受電点からの距離、集電電圧、洋上変電所の有無、送電電圧等を以下に示す。洋上変電所は複雑であり大きな支持構造物が必要となることなどから、洋上風力発電所全体の電力ネットワーク設計は、必ずしもエネルギー効率の最も良い、損失の少ないレイアウトにならず、洋上変電所は避ける傾向があるとされている。

洋上ウィンドファームの集電システムは、ウィンドファームのどのようなレイアウトにも適用可能であるが、集電システムの建設コストや損失などの特性はウィンドファームのレイアウトに大きく依存する。様々な実現可能な洋上ウィンドファームにおける集電システムのレイアウト概念を図 2.1.56 に示す。図中の選択肢 A は大規模風力発電所に適した構成であり、デンマークの Horns Rev や Nysted において適用されている。この方法の利点は、風車間のケーブル定格を先端に行くほど低くすることにより費用低減ができるといわれている（図 2.1.57）。

表 2.1.7　洋上風力発電所の電気的パラメータ一覧

（2000 年から 2007 年までに建設された風力発電所、および主な計画中の風力発電所）

| サイト名<br>国名 | 運開年 | 風車、<br>ロータ径/定格 | 総容量 | PCC からの<br>距離 | 集電電圧 | 洋上<br>変電所 | 送電電圧 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Utgrunden<br>スウェーデン | 2000 | Enron Wind×7基<br>70m/1500kW | 10.5MW | 8km | AC、20kV | なし | AC、20kV |
| Blyth<br>イギリス | 2000 | Vestas×2基<br>66m/2000kW | 4MW | 2km | AC、11kV | なし | AC、11kV |
| Middelgrunden<br>デンマーク | 2001 | Bonus×20基<br>76m/2000kW | 40MW | 4km | AC、30kV | なし | AC、30kV |
| Yttre Stengrund<br>スウェーデン | 2001 | NEG-Micon×5基<br>72m/2000kW | 10MW | 6km | AC、20kV | なし | AC、20kV |
| Horns Rev<br>デンマーク | 2002 | Vestas×80基<br>80m/2000kW | 160MW | 19km(洋上)<br>+33km(陸上) | AC、36kV | あり | AC、150kV |
| Paludan Flak,S<br>デンマーク | 2003 | Bonus×10基<br>82.4m/2300kW | 23MW | 5km | AC、30kV | なし | AC、30kV |
| Nysted<br>デンマーク | 2003 | Bonus×72基<br>82m/2300kW | 165.6<br>MW | 10km | AC、33kV | あり | AC、132kV |
| Arklow Bank<br>アイルランド | 2003 | GEW×7基<br>104m/3600kW | 25MW | 10km | AC、38kV | なし | AC、38kV |
| North Hoyle<br>イギリス | 2003 | Vestas×30基<br>80m/2000kW | 60MW | 10km | AC、33kV | なし | AC、33kV |
| Scroby Sands<br>イギリス | 2004 | Vestas×30基<br>80m/2000kW | 60MW | 4km | AC、33kV | なし | AC、33kV |
| Kentish Flat<br>イギリス | 2005 | Vestas×30基<br>90m/3000kW | 90MW | 9km | AC、33kV | なし | AC、33kV |
| Barrow<br>イギリス | 2006 | Vestas×30基<br>90m/3000kW | 90MW | 27km(洋上)<br>+3km(陸上) | AC、33kV | あり | AC、132kV |
| Burbo Bank<br>イギリス | 2007 | Siemens×25基<br>107m/3600kW | 90MW | 6.5km | AC、36kV | なし | AC、36kV |
| Lillgrund<br>スウェーデン | 2007 | Siemens×48基<br>93m/2300kW | 110MW | 7km(洋上)<br>+2km(陸上) | AC、33kV | あり | AC、138kV |
| Q7<br>オランダ | 2008 | Vestas×60基<br>80m/2000kW | 120MW | 23km | AC、22kV | あり | AC、150kV |
| Horns Rev II<br>デンマーク | 2009<br>起工 | Siemens×91基<br>93m/2300kW | 215MW | 45km(洋上)<br>+5km(陸上) | AC、36kV | あり | AC、170kV |
| Test field Alpha<br>Ventus<br>ドイツ | 2009<br>起工 | Repower×6基<br>Multibrid×6基<br>—/5000kW | 60MW | 66km | AC、30kV | あり | AC、110kV |
| Bard Offshore 1<br>ドイツ | 2010<br>起工 | Bard×80基<br>122m/5000kW | 400MW | 128km(洋上)<br>+75km(陸上) | AC、33kV | あり | AC、154kV<br>(PCC から<br>203km は<br>±150kVDC) |

一般社団法人日本風力エネルギー学会、洋上風力発電、鹿島出版会、2011 年 11 月

Hub
To Shore
Alternative A: Radial Network with Single Hub

Hub
To Shore
Alternative B: Single Return with Single Hub

Hub
To Shore
Alternative C: Single Sided Ring with Single Hub

Hub
To Shore
Alternative D: Double Sided Ring with Single Hub

Hub
To Shore
Alternative E: Star Cluster with Single Hub

To Shore
Alternative F: Multi Hub Ring

図 2.1.56　洋上風力発電システムのレイアウト概念図

John Twidell and Gaetnano Gaudiosi, Offshore Wind Power, Multi-Science Publishing Co. Ltd.

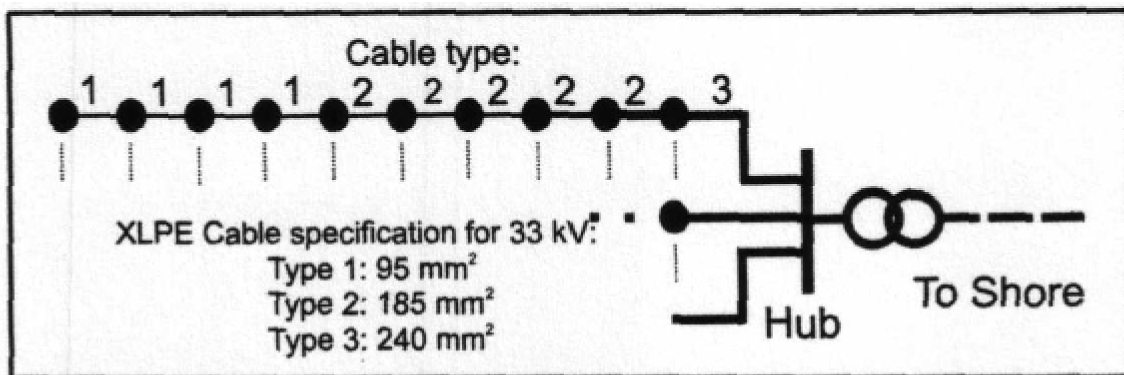



図 2.1.57　放射型ネットワークレイアウトにおけるケーブル定格の例

John Twidell and Gaetnano Gaudiosi, Offshore Wind Power, Multi-Science Publishing Co. Ltd.

**h．建設作業船**

洋上風車の建設や運用にあたってはその進行段階に応じて様々なタイプの船舶等が必要になる。

① 風車基礎の設置時
　浮体式はしけの利用を含め、ジャッキアップ型船舶等
② 風車の建設（起ち上げ）時
　ジャッキアップ型船舶等
③ 風車の修理時
　大きな修理時にはジャッキアップ型船舶等

洋上風車ウィンドファームの増加に伴い、既存の船舶の利用に加え、専用船が設計・建設されるようになってきている。洋上ウィンドファーム建設に係る主な船舶は次のとおりである。

① ジャッキアップ船
② クレーン船
③ 重量物揚重船
④ セミサブ重量物揚重船
⑤ シアレッグクレーン船
⑥ クレーン付浮体艀

これらの船舶の例を以下に示す。




Jack-up vessel
Excalibur




Leg-stabilised crane vessel
A2Sea Sea Power at Lilligrund



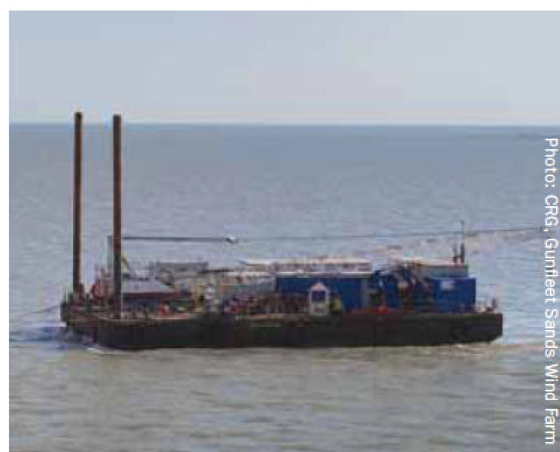

DP2 Heavy lift cargo vessel
Jumbo Javelin




Semi-submersible heavy lift vessel
Thialf at Alpha Ventus




Shearleg cranebarge
Rambiz




Floating dumb barge with crane
Haven Seaforth

**図 2.1.58　洋上風車設置作業に係る船舶の例**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

ｉ．ウィンドファームへのアクセス

ウィンドファームの運用・管理や維持にあたり、ウィンドファームへのアクセスは重要な要素となる。アクセスシステムは、安全性、経済性、海象等の環境条件、稼働率改善の必要性等の要素を考慮して検討されており、様々なアクセス方法が試みられている。

作業員の洋上風車への乗り移りに関しては、①鉛直梯子、②水平アクセス方式、③通路によるアクセス、④船を吊り上げる方式、⑤作業員を吊り上げる方式、⑥ヘリコプタ利用などがある。水平アクセス方式の例である SASH 方式の原理図と実例を以下に示す。

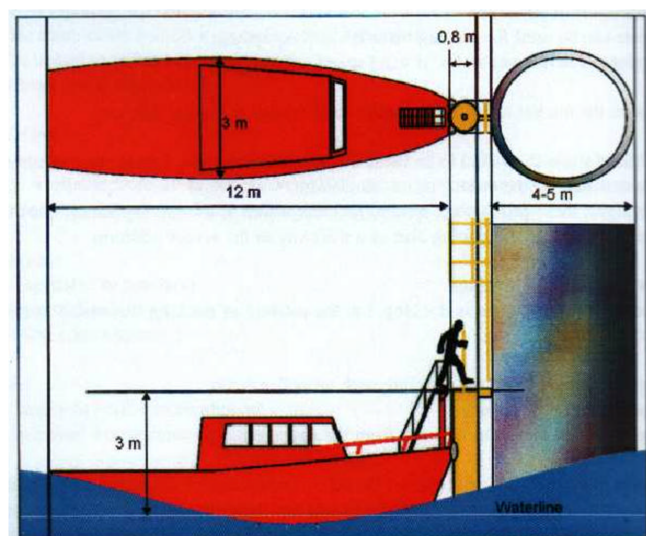



図 2.1.59　SASH システムの概念図

John Twidell and Gaetnano Gaudiosi, Offshore Wind Power, Multi-Science Publishing Co. Ltd.

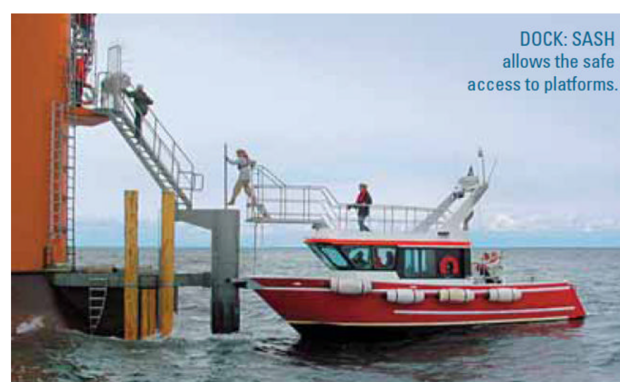



図 2.1.60　SASH システムの例

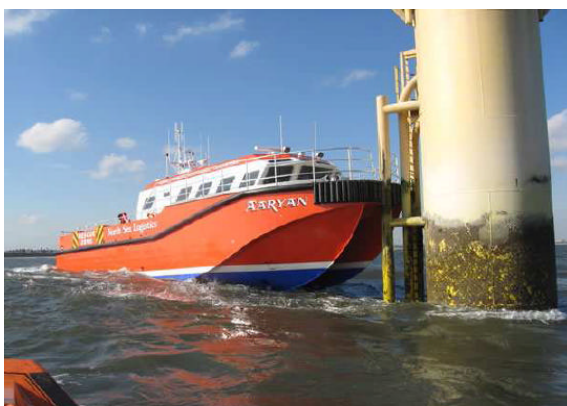
Germanischer Lloyd, nonstop, 2007 Edition 1

洋上風力発電所が建設され始めた 1990 年代、スウェーデンの Bockstingen 洋上ウィンドファームではアクセス方法について試みられ、基礎の構造形式や環境条件等を考慮して、風車へのアクセスには吊り梯子を使用することになった。



図 2.1.61　　Bockstingen 洋上ウィンドファームの風車

http://www.seacore.com/projects/BockstigenWindfarmInstallation



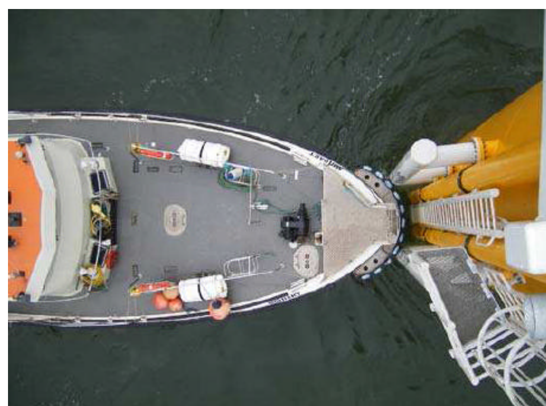



図 2.1.62　　船舶による洋上風車へのアクセス例

http://www.ampelmann.nl/






図 2.1.63　　ヘリコプタによる風車へのアクセス例

http://www.ampelmann.nl/　　　　　　http://www.wind-energy-the-facts.org

洋上での海洋や気象条件により小型船舶では洋上風車へのアクセスが困難な場合も多いことから大型の船舶からの舷門によるアクセス方法も研究されている。舷門の安定のためフライトシミュレータに用いられている 6 軸モーションシステムを応用した事例がある。



図 2.1.64　舷門による風車へのアクセス例

http://www.dongenergy.com/



図 2.1.65　舷門による風車へのアクセス例

http://www.ampelmann.nl/

DOWNVInD プロジェクトのジャケット式基礎の洋上風車は、梯子ではなく階段によるアクセス方法であり、より安全なアクセスが可能となっている。



図 2.1.66　　階段による風車へのアクセス例

http://www.seaenergy-plc.com

(2) 国内における開発状況

洋上には風速が高く、安定的かつ効率的な発電が見込まれることから、我が国においても洋上風力発電の実用化が期待されている。

国内で導入されている洋上風力発電は、平成 23 年末時点において３事例（表 2.1.8、図 2.1.67～69）があり、何れも護岸または防波堤近くに建設されている沿岸洋上風力発電所であり、その構造設計および施行方法は、陸上風力発電所に近いと考えられる。

表 2.1.8　国内の洋上風力発電導入事例

| 名称 | サミット<br>ウィンドパワー酒田 | 瀬棚町<br>洋上風力発電所<br>「風海鳥」 | ウィンド・パワー<br>かみす |
|---|---|---|---|
| 設置場所 | 山形県酒田市<br>護岸水路内 | 北海道瀬棚町<br>防波堤付近 | 茨城県神栖市<br>護岸付近 |
| 発電容量 | 10,000kW<br>(2,000kW×5 基) | 1,200kW<br>(600kW×2 基) | 14,000kW<br>(2,000kW×7 基) |
| 運転開始 | 2004 年 1 月<br>商業運転開始 | 2004 年 4 月<br>商業運転開始 | 2010 年 6 月<br>商業運転開始 |
| 基礎形式 | 着床式 | 着床式 | 着床式 |



**図** 2.1.67 **サミットウィンドパワー酒田**
http://ja.wikipedia.org/



**図** 2.1.68 **瀬棚町洋上風力発電所：**http://www.khi.co.jp/



**図** 2.1.69 **ウィンド・パワーかみす**

**公益社団法人土木学会、洋上風力発電技術の現状と将来展望、土木学会平成** 22 **年度全国大会研究討論会**

**国内における洋上風力発電に係るプロジェクトは、運転開始済みの瀬棚、酒田、神栖の３ヶ所（着床式）の他、環境省の長崎県五島市椛島周辺外洋域における浮体式の実証研究、経済産業省の福島沖における浮体式実証研究、**NEDO **の銚子と北九州における着床式の実証研究などがあり、九州大学の博多沖、さらに、浮体式プラットホームの** 1/10 **スケール実海域実験が佐世保で行われている。**

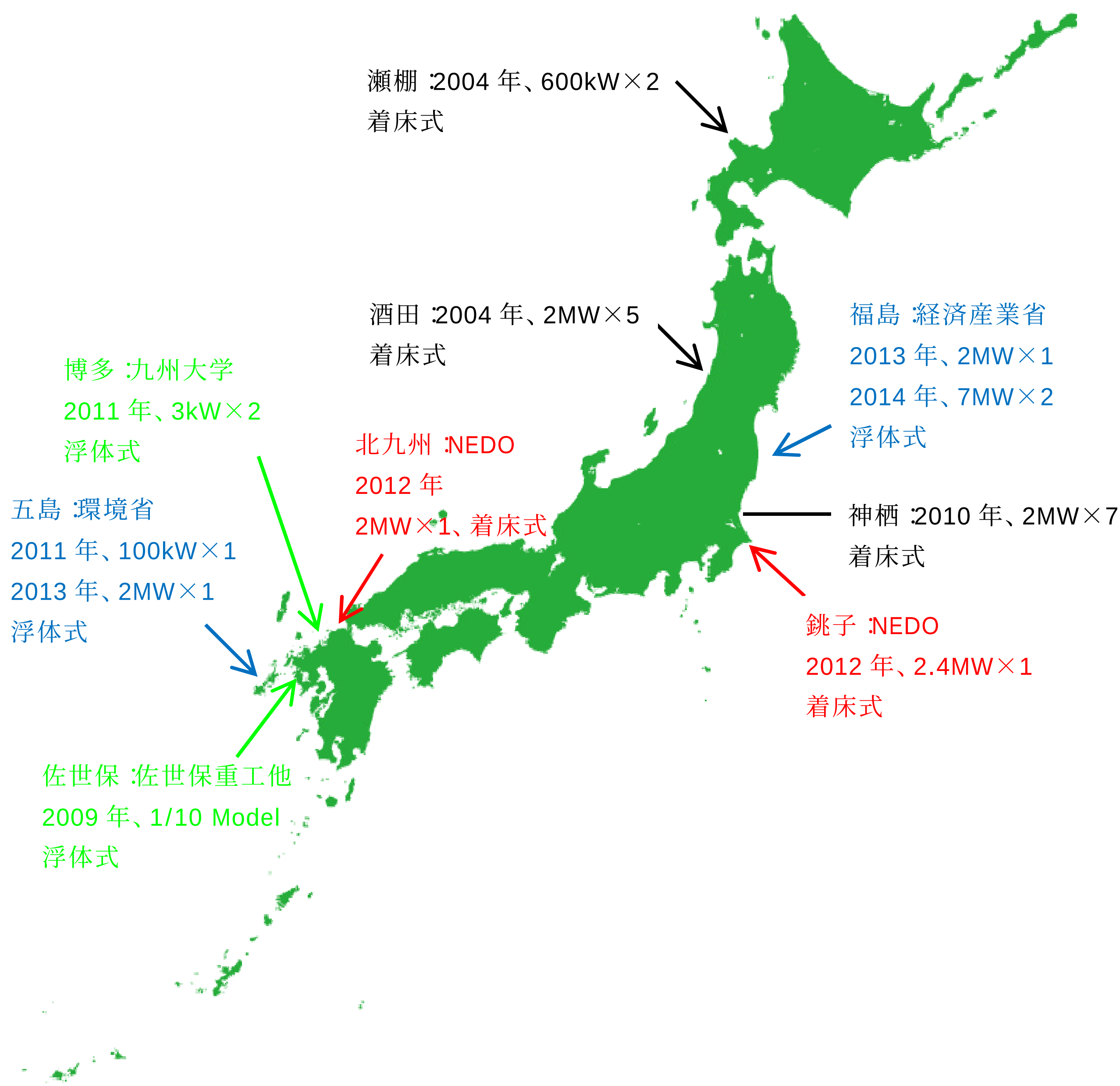



**図 2.1.70　日本国内の洋上風力発電プロジェクト**

ａ．　独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における研究開発

今後の本格的な洋上風力発電所の建設等に向けて、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)では、洋上風力発電の実証試験に係わる FS 調査を平成 20 年度に実施し、平成 21 年度から洋上風況観測、環境影響評価に関する研究開発を開始し、平成 22 年度からは我が国に適した洋上風力発電システム等の研究開発を行っている（表 2.1.9、図 2.1.71）。洋上風力発電設備支持構造としては着床式から研究開発が行われている。

我が国近海では海底地形が急峻であるため、着床式に適した浅海域が沿岸部に限定されており、洋上風力発電の大量導入を進めるには、浮体式洋上風力発電による水深の深い海域への適用が必要となってきており、NEDO では、平成 21 年度からの洋上風力実証研究に続いて、平成 27 年度からは次世代洋上大型風車開発、浮体式実証研究などの技術研究開発を予定している。

表 2.1.9　NEDO における洋上風力発電等技術研究開発の事業概要

| 年度 | 事業概要 | 事業位置 |
|---|---|---|
| 平成 20 年度<br>FS 調査 | 実証試験候補海域において、FS 調査を行い実証研究の実現可能性について評価を実施。 | 千葉県銚子沖<br>離岸距離 3km、水深 11m |
| 平成 21 年度～<br>洋上風況観測・環境影響評価 | 洋上に風況観測タワーを設置し、洋上における気象（風況）・海象等、洋上風力発電システム等の構築に必要なデータを把握すると共に、環境影響に関する調査を実施する。また、海洋エネルギー等に関する調査・研究を実施。 | |
| 平成 22 年度～<br>洋上風車 | 国内の気象・海象条件に合わせた洋上風力発電システムの設計、施工方法の開発。また設置した洋上風力発電システムを実際に運用し、洋上システム実証研究で得られた気象・海象条件のデータと合わせて、風力発電システムの分析・評価。 | 福島県北九州沖<br>離岸距離　1.3km、水深 14.5m |

http://www.nedo.go.jp/

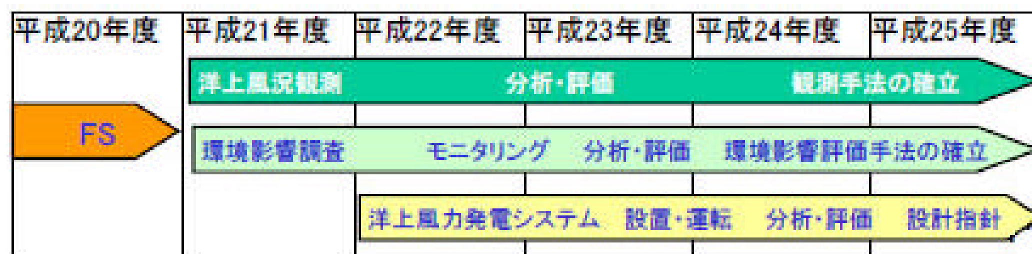



図 2.1.71　NEDO における洋上風力発電等技術研究開発の事業計画概要

http://www.nedo.go.jp/

表 2.1.10　NEDO の洋上風力発電実証研究の項目と主な研究概要

| 分　類 | 実証研究項目 | 主な研究概要 |
|---|---|---|
| 気象/海象観測 | 海上風の特性 | ・海上風の実測データの収集･整理(極値風速、鉛直構造、乱流強度など)<br>・海上風の観測･予測手法の高度化 |
| | 波浪/海潮流の特性 | ・波浪/海潮流の実測データの収集･整理(極値波高、極値流速など)<br>・波浪/海潮流の観測･予測手法の高度化 |
| 風車本体と基礎構造(支持構造) | 風力発電機の性能 | ・発電出力の把握<br>・塩害･湿度･落雷対策等の状況把握 |
| | 基礎構造物(支持構造物)の設計 | ・連成振動予測技術の開発と検証<br>・疲労照査技術の開発 |
| | 運搬･施工技術 | ・風車/基礎の運搬･施工マニュアルの作成 |
| | 基礎部の海底侵食 | ・海底侵食の予測手法の開発と対策 |
| 維持管理対策 | 遠隔監視/故障予知 | ・制御/故障予知診断システムの開発 |
| | 寿命予測 | ・寿命予測システムの開発 |
| 環境影響評価 | 生態系、景観など | ・生態系･景観などの影響評価手法の開発 |

http://www.nedo.go.jp/

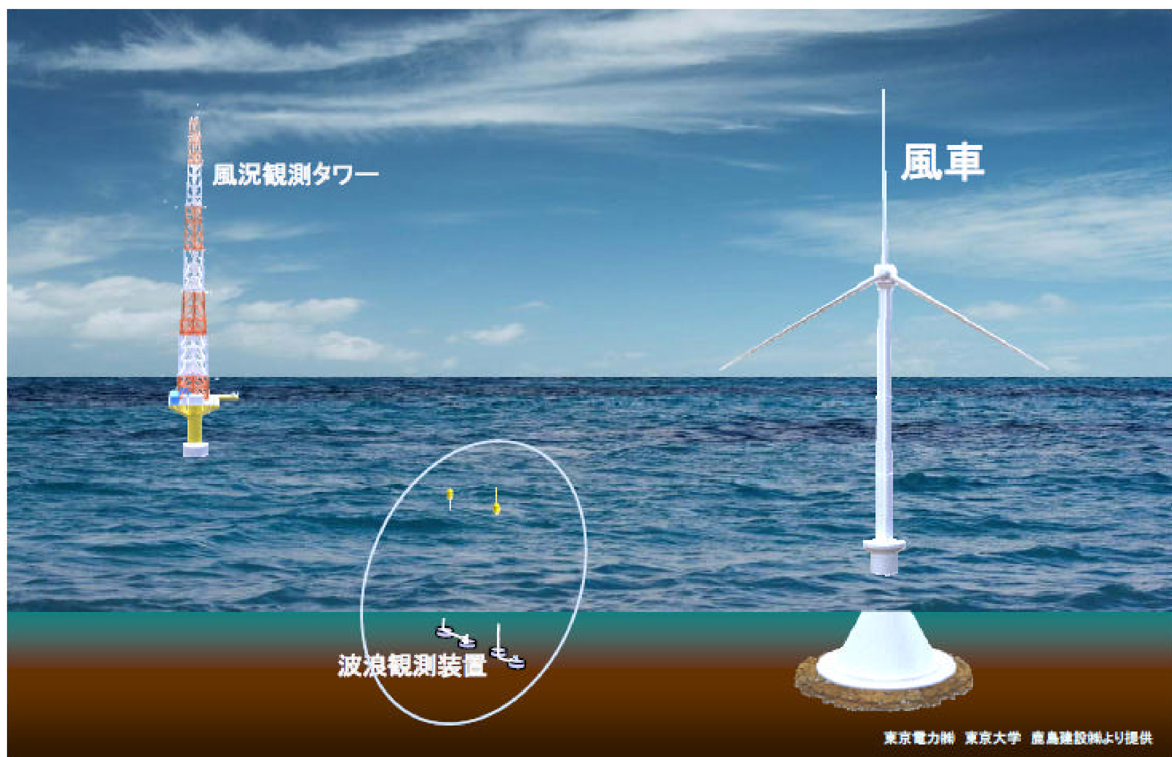



図 2.1.72　銚子沖洋上風力発電実証実験の模式図
離岸距離：3km、水深：11m

http://www.nedo.go.jp/

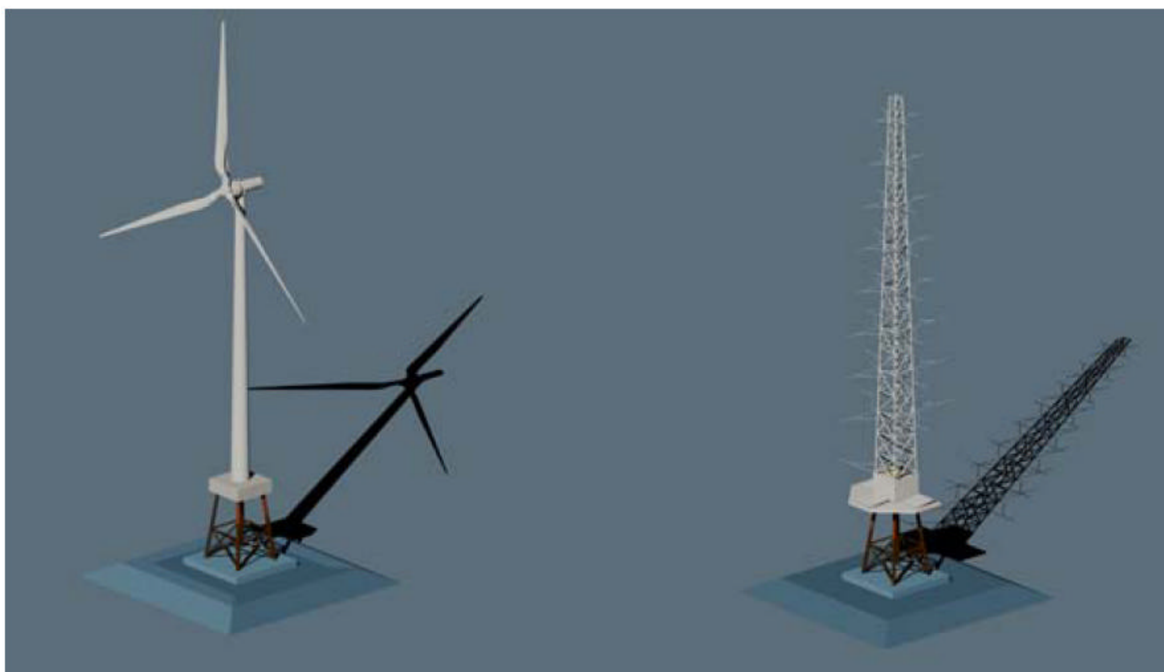


**図** 2.1.73　**北九州沖に設置予定の洋上風力発電設備と洋上風況観測設備の模式図**
**離岸距離：**1.3km、**水深：**14.5m、http://www.jpower.co.jp/

**b．環境省による浮体式洋上風力発電実証事業**

浮体式洋上風力発電については、環境省が洋上風力発電実証事業を実施しており、我が国初となる 2000kW 級のフルスケール浮体式洋上風力発電実証機１機を長崎県五島市椛島周辺外洋域に設置・運転することとしている。平成 22 年度には、以下の項目を実施している。

① 浮体式洋上風力発電実証事業の候補海域の選定
② 2000kW 級の浮体式洋上風力発電施設の基本設計
③ 環境影響評価方法の検討

浮体式のプラットホーム選定に当たっては、浮体式洋上風力発電の実用化段階を視野に入れて、構造特性、施工性、経済性、安全性、維持管理の容易さ等を総合的に勘案してスパー型を選定している。浮体式洋上風量発電の平成 28 年度の実用化を目指し、以下のスケジュールで実証事業が進められている。

① 環境調査及び環境影響評価の実施（平成 23 年度～27 年度）
② 周辺地域関係者の安心感の醸成及び実証機の建造・制御に反映させるデータ取得のための 100kW 風車を搭載した小規模試験機の建造・設置・運転（平成 23 年度～25 年度）
③ 実証機の建造・設置・運転（平成 24 年度～27 年度）
④ 事業性等の評価（平成 27 年度）

2000kW 級実証機に先立ち、100kW 程度以下の小規模試験機を平成 24 年度から 25 年度にかけて実施海域に設置し、環境影響や安全性に関する情報を収集して、周辺地域関係者の安心感の醸成に努めるとともに、得られたデータは 2000kW 級実証機の製造・制御に反映させることとしている。




図 2.1.74　浮体式洋上風力発電実証事業実施海域

http://www.env.go.jp/

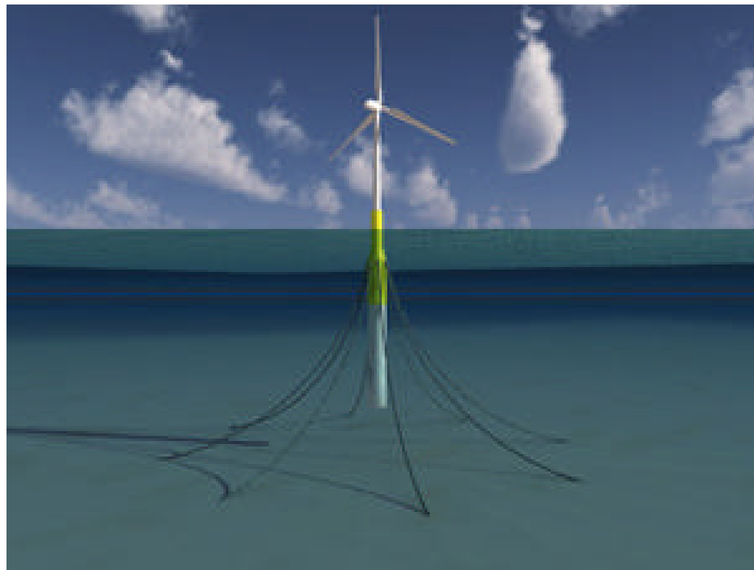


**図** 2.1.75　**浮体式（スパー型）洋上風力発電設備の完成予想図**
**設置場所：椛島沖の約** 1km、**水深：約** 100m、http://www.nagasaki-np.co.jp/

**c．経済産業省による浮体式洋上風力発電実証事業**

**丸紅株式会社をプロジェクトインテグレータとする、東京大学、など１１社がコンソーシアムとなり、浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業を受託した。**

**福島県沖の海域に、浮体式風力発電機** 3 **基と洋上サブステーション１基を建設する。**2011 **年度中に開始する第１基実証研究事業では、**2MW **浮体式洋上風力発電設備** 1 **基と、世界初となる** 66kV **浮体式洋上サブステーション、海底ケーブルを設置する。**2013 **年度から** 2015 **年の第** 2 **期実証研究事業では、**7MW **級浮体式洋上風力発電設備** 2 **基を追加設置する予定である（表** 2.1.10）。

**表** 2.1.11　**実証研究事業における設備仕様**

| 設備名称 | 設備規模 | 風車形式 | 浮体形式 | 工期 |
|---|---|---|---|---|
| 浮体式洋上<br>サブステーション | 容量 25MVA<br>電圧 66kV | 変電所 | アドバンストスパー | 第１期 |
| ダウンウィンド型風車<br>搭載用セミサブ | 2MW | ダウンウィンド型 | 4 コラム型セミサブ | 第１期 |
| 大型油圧式風車<br>搭載用セミサブ | 7MW | 油圧式ドライブ型 | 3 コラム型セミサブ | 第２期 |
| 大型油圧式風車または<br>ダウンウィンド型風車<br>搭載用アドバンストスパー | 7MW | 油圧式ドライブ型<br>またはダウンウィンド型 | アドバンストスパー | 第２期 |

http://www.marubeni.co.jp/

**また、実施海域の状況は以下のとおりであり、離岸距離は** 20～40km、**水深が** 100～150m

となる。

表 2.1.12　実証研究事業実施海域の特徴

| 水深 | 年平均風速 | 最大有義波高（*） | 離岸距離 |
|---|---|---|---|
| 100～150m | 7.0m/s 以上 | 10～15m | 20～40km |

（*）有義波高・・・ある地点で一定時間に観測される波のうち、高いほうから順に 1/3 の個数までの波について平均した波高

http://www.marubeni.co.jp/

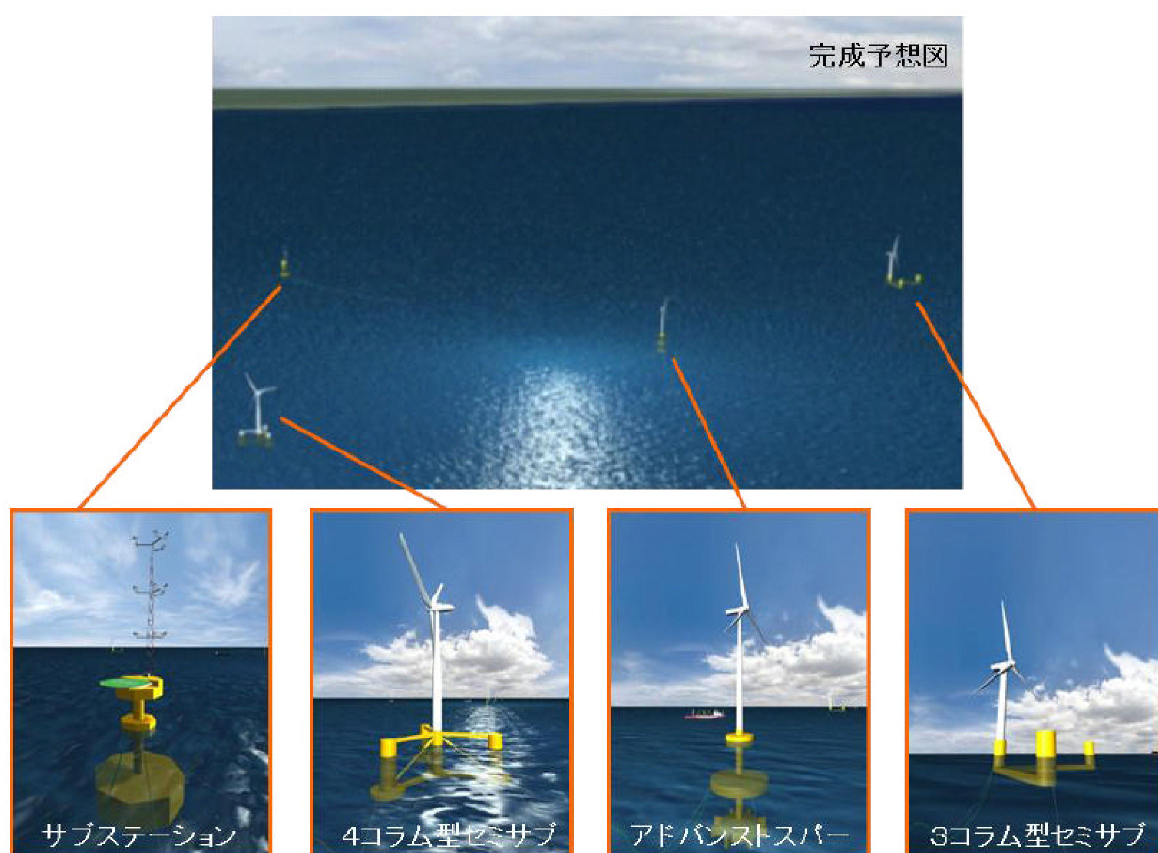



図 2.1.76　完成予想図

http://www.marubeni.co.jp/

**ｄ．海上技術安全研究所の研究事例**

格子型ポンツーン形式やスパー式の浮体式構造を海上技術安全研究所などにおいて研究されている（(独）海上技術安全研究所、浮体式洋上風力発電による輸送用代替燃料創出に資する研究、2003 年１月)。



図 2.1.77 格子型ポンツーンの模式図

http://www.nmri.go.jp/

また、平成 19 から 22 年度の４年間では、国土交通省からの委託により、「外洋上プラットフォームの研究開発」が行われている。プラットフォームの利活用目的に応じて安全性・経済性・環境影響のバランスのとれた最適な設計支援ツールを開発している。この中で、浮体式洋上風力発電システムにも着目し、スパー型の最適かに関する研究を行っている。調和設計プログラムにて設計したスパー型洋上風力発電システムの主要目は以下のとおりとなっている。風車は 2MW と 5MW を想定し検討を行っている。

浮体式風車の特徴である動揺に着目し、浮体が受ける波や潮流の荷重と風荷重との一体となった挙動を解析する技術について、風洞実験や水槽実験により研究が行われている。

| 項目 | 発電定格 2MW | 発電定格 5MW |
|---|---|---|
| 水深 m | 200 | 200 |
| 風車重量 ton | 104.9 | 397.3 |
| ロータ直径 m | 81.8 | 126.1 |
| 風車高さ m | 60.6 | 83.1 |
| 喫水 m | 77.5 | 85.4 |
| 直径（上部） m | 4.8 | 8.0 |
| 直径（下部）m | 8.4 | 12.5 |
| 排水量 ton | 3846 | 9615 |
| 乾舷 m | 10 | 10 |
| 索数 本 | 6 | |
| 材質 | 合成繊維 | |
| 索径 mm | 213 | 263 |
| 索長 m | 190 | 192 |
| 安全率 | 3.0 | |




図 2.1.78 スパー型洋上風力発電システムの主要目例

http://www.nmri.go.jp/

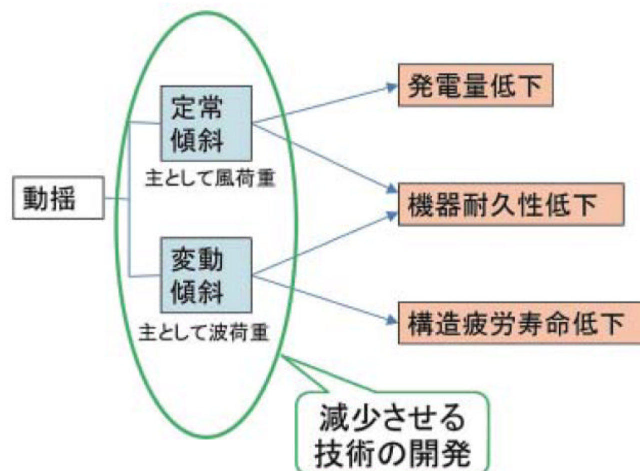



図 2.1.79 浮体の動揺の影響

http://www.nmri.go.jp/

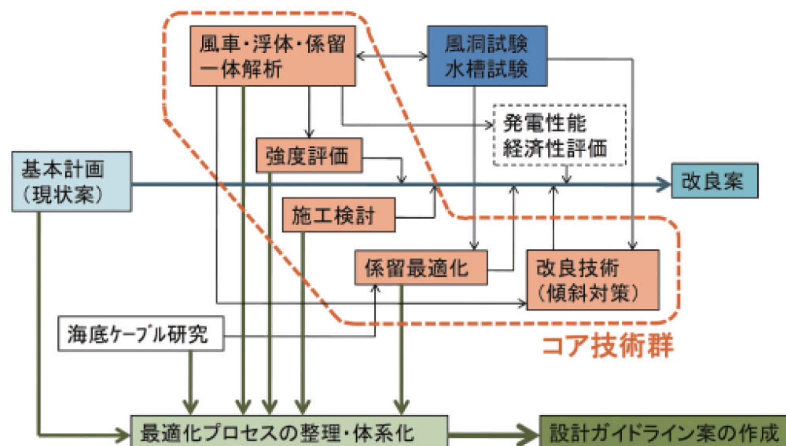



図 2.1.80 浮体式に係る研究開発の流れ図

http://www.nmri.go.jp/

**ｅ．佐世保重工業、京都大学の浮体式洋上風力発電プラットフォームの研究事例**

佐世保重工業(株)、京都大学、戸田建設(株)、日本ヒューム(株)が長崎県佐世保市において、鋼・ＰＣコンクリートのハイブリッドスパー構造による、浮体式洋上風力発電施設用プラットフォームを開発し、1/10 モデルを実海域にて 2009 年に実験を行っている。これに先立ち、2007 年に京都大学２次元水槽にて 1/100 モデル、2008 年に海上技術安全研究所深海水槽にて 1/20 モデルの実験が行われている。



図 2.1.81　実海域における実験状況

http://www.ssk-sasebo.co.jp/

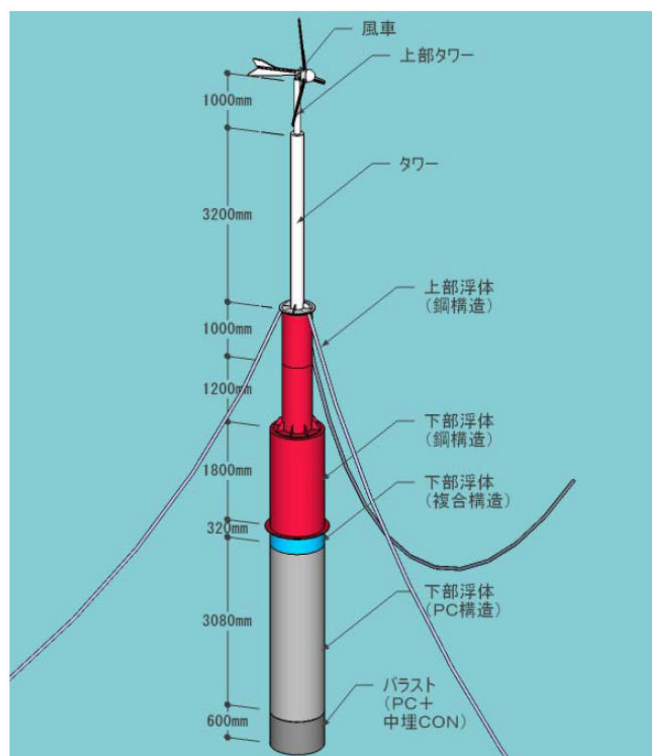



図 2.1.82　1/10 実験モデルの模式図、全長 12.5m、吃水 7m（水中部分）

http://www.ssk-sasebo.co.jp/



**図** 2.1.83　**実物大（**2MW **級）完成イメージ図**

http://www.ssk-sasebo.co.jp/

### ｆ．九州大学風レンズ風車による研究事例

九州大学の風レンズ風車 3kW 2 基と太陽光パネルを幅約 18mの浮体に設置し、2011 年 11 月より 2012 年 12 月まで福岡市博多湾沖合約 650m にて浮体型複合洋上発電の実証実験が行われている。




図 2.1.84　組立場所と実証実験予定地

http://www.city.fukuoka.lg.jp/



図 2.1.85　風レンズ風車に関する浮体実証試験状況

http://www.riam.kyushu-u.ac.jp

### 2.1.3　今後の洋上風力発電の見通し

#### (1) 世界の見通し

世界の洋上風力発電の成長シナリオとして、Riso が過去の風力発電の成長経緯、需要見込等の研究に基づき、洋上風力発電の将来性を評価し、様々な仮定の基に、シナリオを作成している。シナリオでは、2020 年に約 42GW、2030 年約 250GW、2050 年約 770GW という数値が公表されている。洋上風力発電の年間成長率は、2020 年に 34%、2030 年約 20%、2050 年 5%強としており、2050 年には全風力発電量の約 18%を洋上風力発電が占め、世界の電力消費量の約 6%を洋上風力発電が賄うものと予想している。

表 2.1.13　世界の洋上風力発電の成長シナリオ

| Year | Offshore wind GW | Yearly growth offshore wind /% | Offshore of total wind power/ % | Production from offshore wind/ TWh/y | Expected global electricity consumption /TWh/y | Penetration of offshore wind, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | 0.9 | | 1.2 | 3 | 15500 | 0.0 |
| 2015 | 12.8 | 34 | 2.6 | 42 | 21300 | 0.2 |
| 2020 | 42.4 | 27 | 4.0 | 140 | 23800 | 0.6 |
| 2030 | 251.1 | 19.5 | 9.5 | 829 | 29750 | 2.8 |
| 2050 | 773.8 | 5.5 | 18.4 | 2559 | 40100 | 6.4 |

John Twidell and Gaetnano Gaudiosi, Offshore Wind Power, Multi-Science Publishing Co. Ltd.

(2) 欧州

欧州における洋上風力発電について、系統接続している容量、建設中、承認済み、計画中のプロジェクトのデータは、表 2.1.14 のとおりであり、2011 年 6 月 30 日時点では、９ヶ所の洋上ウィンドファームが建設中であり、全体の 18 プロジェクトが完成すると約 9GW の設備容量となる予定である。また、承認済みの洋上ウィンドファームを含めると欧州 12 ヶ国のプロジェクトが完成すると約 18GW の設備容量となる。計画中の洋上ウィンドファームが約 114GW あり、欧州の洋上風力発電見通し（系統接続済み、建設中を含む）は、総計で約 141GW となっている。2011 年 12 月時点の洋上風力発電の系統接続している設備容量、建設中の容量、承認済みの容量を図 2.1.7 に示す。

表 2.1.14 欧州における洋上風力発電の設置状況と今後の計画等

| 資料 | 集計時点 | 洋上風力発電容量(MW) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 系統接続 | 建設中 | 承認済み | 計画中 | 合計 |
| 1 | 2011 年 6 月 30 日 | 3,294 | 5,603 | 17,341 | 114,737 | 140,976 |
| 2 | 2011 年 12 月 | 3,813 | 5,285※1 | (18GW)※2 | — | — |

資料１：EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

資料２：EWEA, The European offshore wind industry key 2011 trends and statics, Jan. 2012

※１：資料２内の数値から算出

※２：資料２内の文章、図から引用

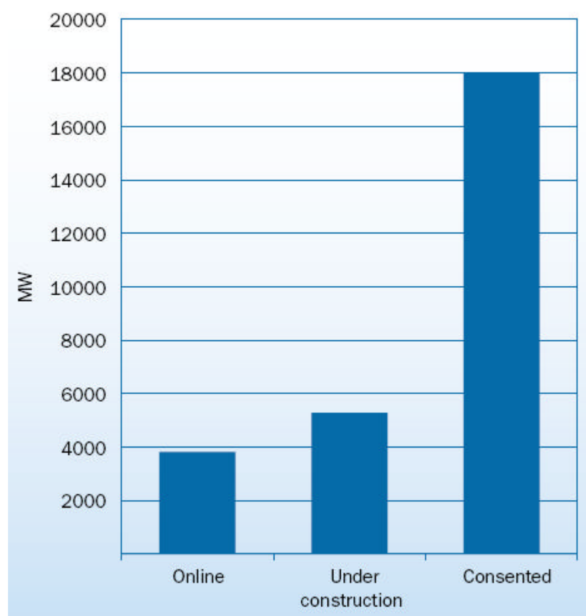



図 2.1.86 欧州周辺の洋上ウィンドファームの設置、建設中、計画中等の設備容量（2011 年 12 月時点）

EWEA, The European offshore wind industry key 2011 trends and statics, Jan. 2012

欧州の洋上風力発電市場動向に関しては、GWEC からの以下のような見通し等が報告されている。

- 欧州洋上風力発電市場は堅実に成長している。
- 2011 年の総設置設備容量のうち洋上風力が約 9%となっており、2016 年までには洋上風力発電が設置容量全体の約 20%に増加すると予想。
- 2012～2016 年までの欧州の設置容量は 65GW、総設備容量は 160GW

出典：GWEC, Global Wind Report – Annual market update 2011 -, March 2012

欧州の海域別洋上風力発電の設置状況、建設中、計画中等の状況を図 2.1.87 に示す。設置状況、建設中、計画中など何れの段階においても北海域の占める割合が最多となっている。欧州周辺の国別洋上風力発電の設置状況から計画中までの各段階のデータは表 2.1.14 のとおりとなっており、イギリスの設置状況、建設中の設備容量が最も多く、承認済みの容量ではドイツが第一位であるが、計画中の数値については、イギリスが多い。総計では、イギリスが約 49GW となり、欧州域 18 ヶ国の計画総計約 141GW の約 34%を占めている。ドイツが第二位であり約 21GW、ノルウェーが続いて約 11GW との計画となっている。




図 2.1.87 欧州周辺の海域別洋上風力の設置、建設中、計画中等の設備容量（2011 年 6 月 30 日時点）

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

表 2.1.14 欧州周辺の国別洋上風力の設置、建設中、計画中等の設備容量（MW）
（2011 年 6 月 30 日時点）

| | Online | Under construction | Consented | Planned | Total projects | Size of government concession zones or foreseen future tender zones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Belgium | 195 | 462 | 750 | 450 | 1,857 | 2,000 |
| Denmark | 854 | 0 | 418 | 1,200 | 2,471 | 4,600 |
| Finland | 26 | 0 | 765 | 3,502 | 4,294 | n/a |
| Estonia | 0 | 0 | 1,000 | 0 | 1,000 | n/a |
| France | 0 | 0 | 0 | 6,000 | 6,000 | 6,000 |
| Germany | 195 | 833 | 8,725 | 21,493 | 31,247 | 8,000 |
| Greece | 0 | 0 | 0 | 4,889 | 4,889 | n/a |
| Ireland | 25 | 0 | 1,600 | 2,155 | 3,780 | n/a |
| Italy | 0 | 0 | 162 | 2,538 | 2,700 | n/a |
| Latvia | 0 | 0 | 200 | 0 | 200 | n/a |
| Malta | 0 | 0 | 0 | 95 | 95 | 95 |
| Netherlands | 247 | 0 | 1,792 | 3,953 | 5,992 | 6,000 |
| Norway | 2 | 0 | 350 | 11,042 | 11,394 | n/a |
| Poland | 0 | 0 | 0 | 900 | 900 | n/a |
| Portugal | 0 | 0 | 0 | 478 | 478 | n/a |
| Spain | 0 | 0 | 0 | 6,804 | 6,804 | n/a |
| Sweden | 164 | 0 | 991 | 7,124 | 8,279 | n/a |
| UK | 1,586 | 4,308 | 588 | 42,114 | 48,596 | 47,000 |
| Total Europe | 3,294 | 5,603 | 17,341 | 114,737 | 140,976 | 73,695 |

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

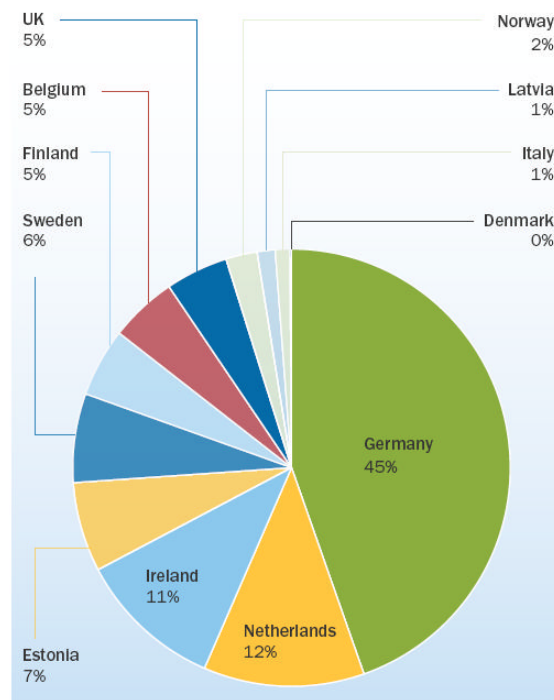



図 2.1.88 欧州周辺の承認済み洋上ウィンドファームの設備容量比率（2011 年 12 月時点）

EWEA, The European offshore wind industry key 2011 trends and statics, Jan. 2012

洋上風力発電におけるウィンドファームは大規模化しており、2010 年にはウィンドファームの平均設備容量が 155MW であったが、2011 年には平均設備容量が 199MW になっている。さらに、建設中のウィンドファームの平均設備容量は、301MW、承認済み 343MW、計画中では 555MW となっている。

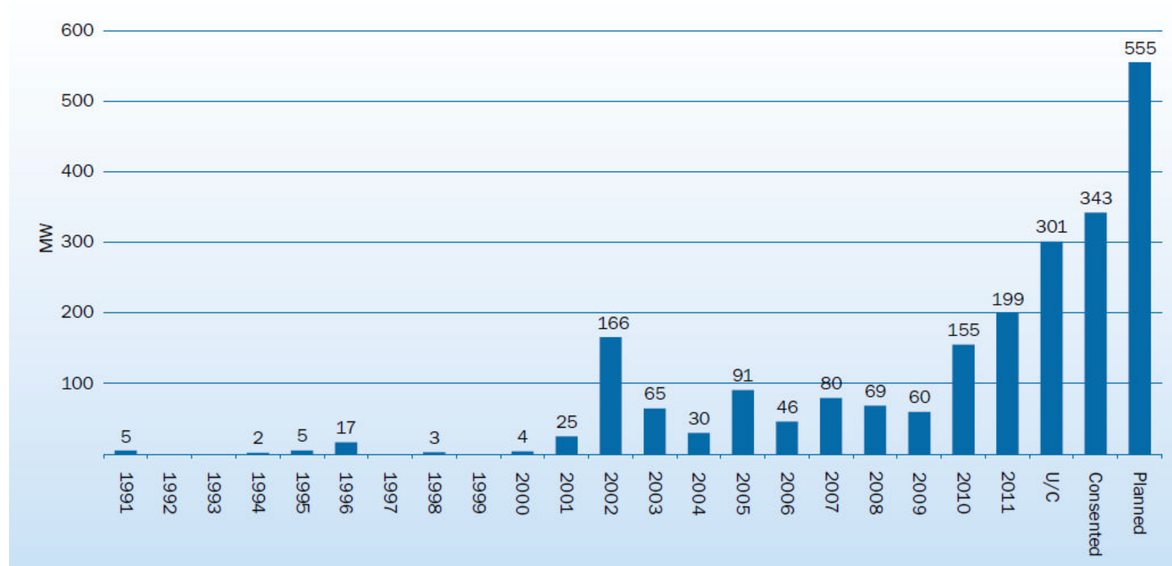



図 2.1.89 欧州周辺の洋上ウィンドファームの平均設備容量の推移

EWEA, The European offshore wind industry key 2011 trends and statics, Jan. 2012

欧州における洋上風力発電の長期見通しとしては、2020 年、2030 年までの数値が EWEA から示されている。飛躍的な伸びを想定しており、累積設備容量では 2020 年には 40GW、2030 年は 150GW となっている（図 2.1.90～91）。発電量の見通しについても同じく飛躍的な電力量を想定しており、2020 年には 148.2TWh、2030 年が 562TWh で、2030 年には陸上風力が 591TWh であり、ほぼ同程度の発電量としている（図 2.1.92～93）。

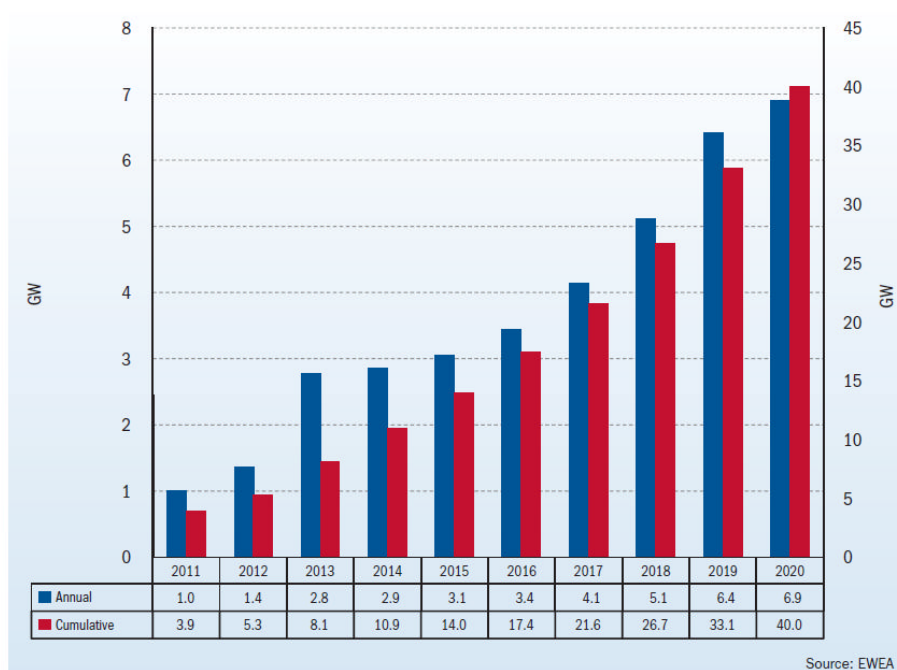



**図 2.1.90 欧州における洋上風力発電見通し（単年と累積値、2011～2020 年）**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry, Nov. 2011

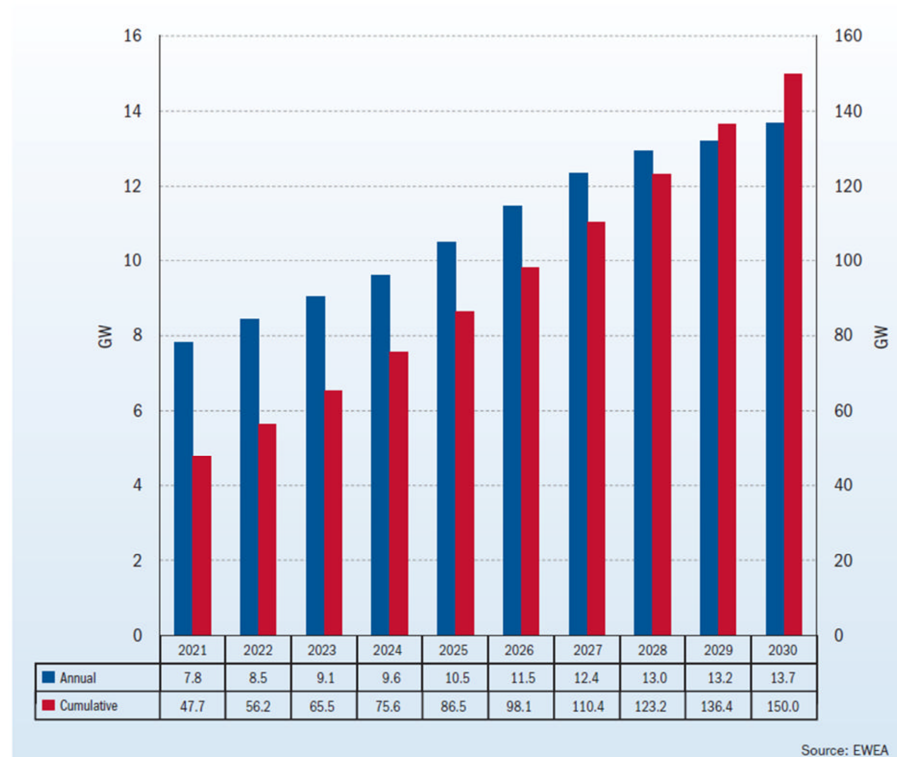



**図 2.1.91 欧州における洋上風力発電見通し（単年と累積値、2021～2030 年）**

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe’s offshore wind energy industry, Nov. 2011

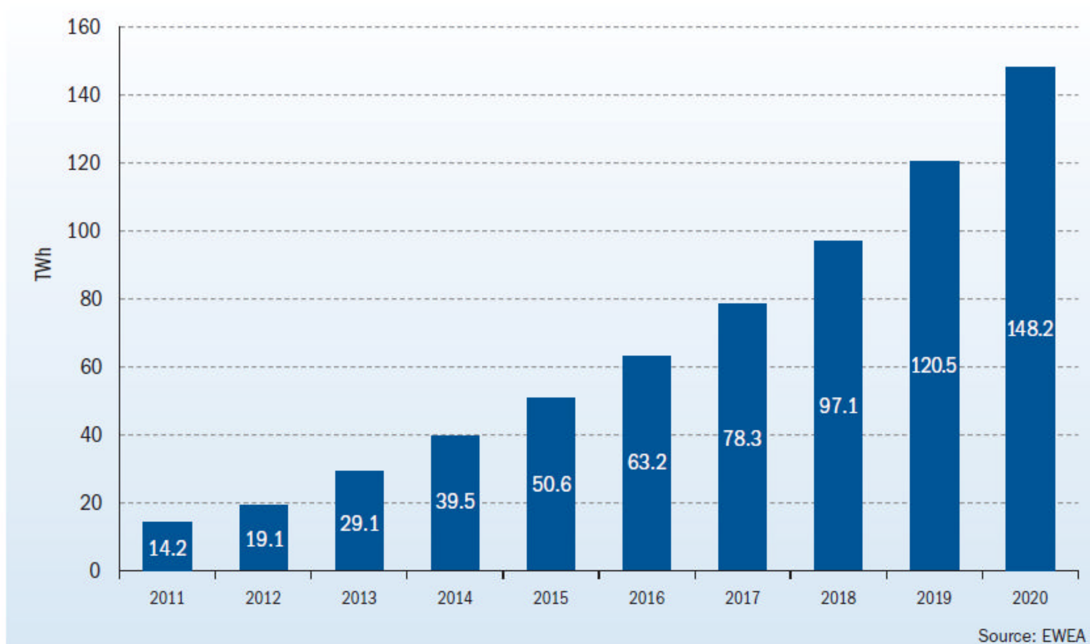



図 2.1.92　欧州における洋上風力発電量見通し（2011～2020 年）

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

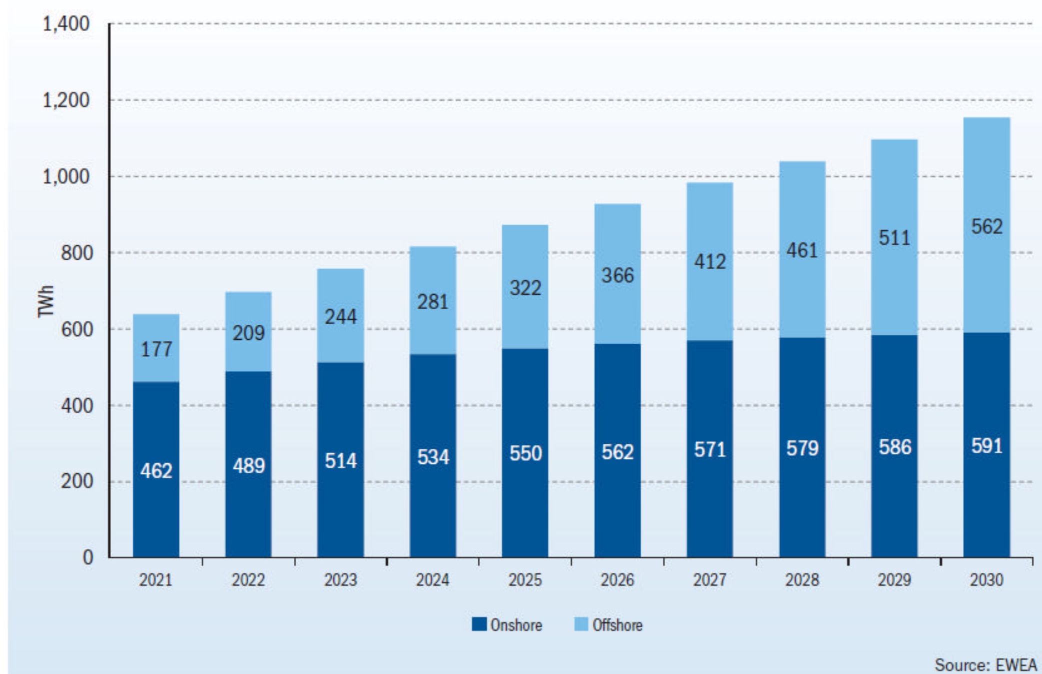



図 2.1.93　欧州における風力発電量見通し（陸上と洋上、2021～2030 年）

EWEA, Wind in our Sails – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Nov. 2011

### (3) アジア

**欧州以外の洋上風力発電見通しとして、アジアでは中国の計画があり、2010 年 5 月に初めての国家的洋上風力発電プロジェクトの免許入札が行われ、 4 ヶ所合計 1GW の設備容量となり、以降、2015 年まで、および、2020 年までの計画数値が示されている（表 2.1.15）。また、GWEC のレポートでは、洋上風力発電として 2015 年までに 5GW、2020 年までに 30GW との見通しも示されている**（GWEC, Global Wind Report – Annual market update 2011 -, March 2012）。

**表 2.1.15 中国沿岸地域における洋上風力発電計画**

| Region | Planning capacity (MW) | |
|---|---|---|
| | Year 2015 | Year 2020 |
| Shanghai | 700 | 1,550 |
| Jiangsu | 4,600 | 9,450 |
| Zhejiang | 1,500 | 3,700 |
| Shandong | 3,000 | 7,000 |
| Fujian | 300 | 1,100 |
| Other (tentative) | 5,000 | 10,000 |
| Total | 15,100 | 32,800 |

GREENPEACE, CREIA, GWEC, China Wind Power Outlook, Oct. 2010

**韓国の洋上風力発電については、官民共同プロジェクトとして黄海の南東海域において第一段階が 2014 年までに 100MW（5MW×20 基）、2016 年までに 400MW（第二段階）、2019 年までに 2,000MW（第三段階）を設置し合計 2,500MW の洋上風力発電を建設する計画がある**（Ministry of Knowledge & Economy, Offshore Wind Drive Road Map, Nov. 2010）

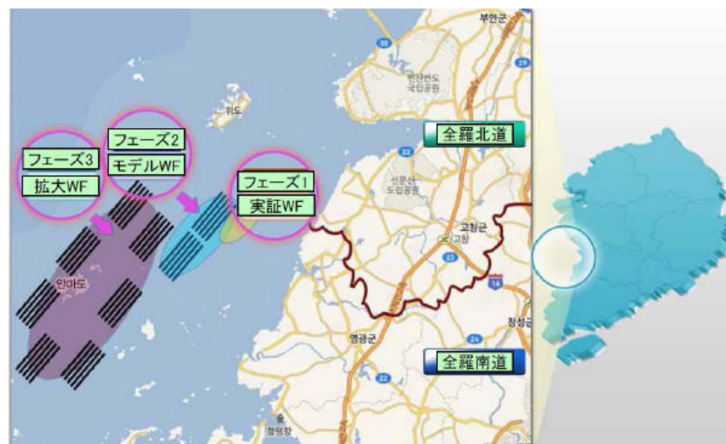



**図 2.1.94 韓国における洋上ウィンドファームの計画の例**

http://jwpa.jp/page_116_jwpa/detail.html

### (4) 北米

**アメリカでの洋上風力見通しに関連した情報としては、2020 年までに 10GW、2030 年までに 54GW の設備容量とする国家的洋上風力発電戦略がある。このシナリオを実現す**

**るためには洋上風力発電コストの低減とタイムラインの短縮を達成することが必要であるとしている**（U. S. DOE, A National Offshore Wind Strategy: Creating an Offshore Wind Energy Industry in the United States, Feb. 2011）。

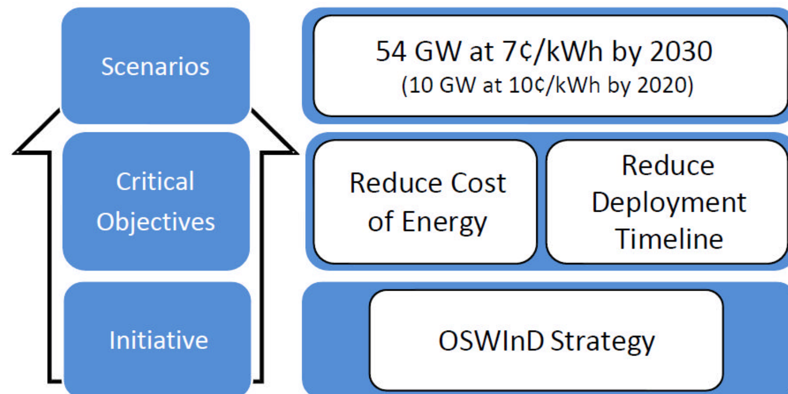



**図** 2.1.95 **アメリカ** OSWInD(Offshore Wind Innovation and Demonstration)**の展開シナリオと重要な目標**

U. S. DOE, A National Offshore Wind Strategy: Creating an Offshore Wind Energy Industry in the United States, Feb. 2011

### 2.1.4　洋上風力発電の事故事例

**(1) 海外における開発状況**

**風力発電施設の運転、故障･事故などのデータ収集は、海外でも十分対応されているとはいえず、比較的良好といわれているドイツにおいてもデータ数やデータの代表性の観点から問題があると考えられている。**

CWIF(Caithness Windfarm Infirmation Forum 2012)**による**“ Summary of Wind Turbine Accident data to 32st December 2011”**により、風力発電に関する故障事故事例約** 1000 **件から、洋上風力発電に関するものを取りまとめた結果を以下に示す。**

**表** 2.1.16 **国別の洋上風力発電事故集計**

| 年 | 事故総数 | デンマーク | オランダ | イギリス | スウェーデン | ドイツ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2002～2011 | 43（45） | 5 | 3 | 34 | 1 | 2 |

**表** 2.1.17 **年度別事故内訳別集計**

| 年 | 事故総数 | 致命的事故 | 人身事故 | 火災事故 | 構造上欠陥 | 輸送 | 環境損傷 | その他 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 建設･保守作業者落下事故 | | タービン、タワー損壊。構成要素欠陥。 | | バードストライクを含む生物の損傷、死亡事故 | メンテナンス不足、電気的故障等 |
| 2002 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2004 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2005 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2006 | 11 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| 2007 | 6 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2008 | 5 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2009 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2010 | 11 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| 2011 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 計 | 43 | 3 | 15 | 2 | 3 | 2 | 2 | 16 |

**事故の区分**

| | |
|---|---|
| 致命的な事故 | 死亡発生事故 |
| 人身事故 | 建設･保守作業員の傷害等の事故 |
| 構造上の欠陥 | 発電機、タワーの損壊、部材の障害等の事故 |
| 輸送 | 輸送車（船）からの落下、損傷、水没 |
| 環境損傷 | バードストライクを含む他の生物の損傷や死亡事故 |
| その他 | メンテナンス不足、電気的故障や部品傷害等 |

## 表 2.1.18　洋上風力発電事故抽出一覧

| No | DataNO | 事故区分 | 発生日時 | サイト | 国 名 | 機 種 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 212 | その他 | 2002.12.31 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas |
| 2 | 213 | その他 | 2002.12 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas |
| 3 | 310 | その他 | 2004.617 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas |
| 4 | 317 | 火災 | 2004.8.10 | Borkum offshore windpark | オランダ | |
| 5 | 358 | 人身 | 2005.1 | North Hoyle offshore wind farm | イギリス | |
| 6 | 465 | その他 | 2006.10.13 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 7 | 468 | 輸送 | 2006.10.26 | North Sea, off Scotland | イギリス | Parts for 3 x 1.3MW turbines |
| 8 | 487 | 人身 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW |
| 9 | 488 | 人身 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW |
| 10 | 489 | その他 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW |
| 11 | 490 | その他 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW |
| 12 | 491 | その他 | 2006 | North Hoyle offshore wind farm | イギリス | |
| 13 | 492 | その他 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | |
| 14 | 493 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | |
| 15 | 494 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | |
| 16 | 495 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | |
| 17 | 518 | 人身 | 2007.2.14 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 18 | 528 | 環境損傷 | 2007.4.12 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 19 | 541 | 人身 | 2007.5.23 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 20 | 569 | 人身 | 2007.9.18 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 21 | 581 | 人身 | 2007.10.22 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 22 | 602 | 人身 | 2007.12.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 23 | 639 | 輸送 | 2008.1.31 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 24 | 647 | 人身 | 2008.2.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 25 | 648 | 人身 | 2008.2.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | |
| 26 | 753 | 火災 | 2008 | Offshore | オランダ | |
| 27 | 756 | その他 | 2008 | Lynn & Inner Dowsing Offshore Wind Farm | イギリス | |
| 28 | 825 | その他 | 2009.9.17 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | |
| 29 | 861 | 致命的な事故 | 2009.11.13 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | |
| 30 | 862 | 人身 | 2009.11.13 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | |
| 31 | 879 | その他 | 2009 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | |
| 32 | 905 | 構造上の欠陥 | 2010.4.7 | Various off-shore turbines | デンマーク、オランダ、スウェーデン | |
| 33 | 907 | 構造上の欠陥 | 2010.4.15 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | |
| 34 | 917 | 致命的な事故 | 2010.5.21 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | |
| 35 | 918 | 人身 | 2010.5.21 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | |
| 36 | 922 | その他 | 2010.6.3 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | |
| 37 | 929 | その他 | 2010.6.25 | Alpha Ventus offshore wind farm | ドイツ | |
| 38 | 941 | 致命的な事故 | 2010.7.27 | Bard Offshore 1, Germany | ドイツ | |
| 39 | 948 | 構造上の欠陥 | 2010.8.12 | UK offshore windfarms (general) | イギリス | |
| 40 | 949 | その他 | 2010.8.17 | UK offshore windfarms (general) | イギリス | Siemens |
| 41 | 954 | 環境損傷 | 2010.8.23 | UK offshore windfarms | イギリス | |
| 42 | 960 | その他 | 2010.9.15 | Lincolnshire coast | イギリス | |
| 43 | 1002 | その他 | 2011.1.10 | Walney offshore wind farm | イギリス | |

http://www.caithnesswindfarms.co.uk/

## 表 2.1.19　洋上風力発電事故抽出一覧

| No | DataNO | 事故区分 | 発生日時 | サイト | 国 名 | 機 種 | 事故状況 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 212 | その他 | 2002.12.31 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas | |
| 2 | 213 | その他 | 2002.12 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas | 制御通信障害 |
| 3 | 310 | その他 | 2004.617 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | Vestas | 変圧器、発電機故障 |
| 4 | 317 | 火災 | 2004.8.10 | Borkum offshore windpark | オランダ | | 調査中の船舶火災 |
| 5 | 358 | 人身 | 2005.1 | North Hoyle offshore wind farm | イギリス | | 作業員捻挫 |
| 6 | 465 | その他 | 2006.10.13 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | ギアボックスオイル漏れ |
| 7 | 468 | 輸送 | 2006.10.26 | North Sea, off Scotland | イギリス | Parts for 3 x 1.3MW turbines | タワーの輸送船からの水没 |
| 8 | 487 | 人身 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW | 医療傷害 |
| 9 | 488 | 人身 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW | 軽症傷害 |
| 10 | 489 | その他 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW | クレーンからの脱落 |
| 11 | 490 | その他 | 2006 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | Vestas V90 3MW | ギアボックス損傷、交換 |
| 12 | 491 | その他 | 2006 | North Hoyle offshore wind farm | イギリス | | コンポーネントの損傷 |
| 13 | 492 | その他 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | | ベアリング、発電機障害 |
| 14 | 493 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | | 技術者の傷害 |
| 15 | 494 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | | 医療傷害 |
| 16 | 495 | 人身 | 2006 | Scroby Sands offshore wind farm | イギリス | | 軽症傷害6件 |
| 17 | 518 | 人身 | 2007.2.14 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 乗り降り時に作業員捻挫 |
| 18 | 528 | 環境損傷 | 2007.4.12 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | オイル流出（ナセルから100リットル） |
| 19 | 541 | 人身 | 2007.5.23 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 作業員捻挫 |
| 20 | 569 | 人身 | 2007.9.18 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 医療傷害（切創） |
| 21 | 581 | 人身 | 2007.10.22 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 医療傷害（切創） |
| 22 | 602 | 人身 | 2007.12.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 医療傷害（背部損傷） |
| 23 | 639 | 輸送 | 2008.1.31 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | 輸送フェリーが制御不能 |
| 24 | 647 | 人身 | 2008.2.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | プラットフォームハッチ脱落技術者損傷 |
| 25 | 648 | 人身 | 2008.2.21 | Barrow offshore wind farm | イギリス | | ナセルハッチ脱落技術者損傷 |
| 26 | 753 | 火災 | 2008 | Offshore | オランダ | | コンポーネントの火災 |
| 27 | 756 | その他 | 2008 | Lynn & Inner Dowsing Offshore Wind Farm | イギリス | | 詳細不明 |
| 28 | 825 | その他 | 2009.9.17 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | | 風力発電機の問題 |
| 29 | 861 | 致命的な事故 | 2009.11.13 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | | 風力発電所での死亡事故 |
| 30 | 862 | 人身 | 2009.11.13 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | | 風力発電所での死亡事故 |
| 31 | 879 | その他 | 2009 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | | ギアボックス故障、機械不具合 |
| 32 | 905 | 構造上の欠陥 | 2010.4.7 | Various off-shore turbines | デンマーク、オランダ、スウェーデン | | 風車認証の問題 |
| 33 | 907 | 構造上の欠陥 | 2010.4.15 | Kentish Flats offshore wind farm | イギリス | | 風力発電機基礎の修理 |
| 34 | 917 | 致命的な事故 | 2010.5.21 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | | 風力タービンブレードの落下 |
| 35 | 918 | 人身 | 2010.5.21 | Greater Gabbard offshore wind farm | イギリス | | 風力タービンブレードの落下 |
| 36 | 922 | その他 | 2010.6.3 | Horns Rev offshore wind park | デンマーク | | 変電所故障後のシャットダウン |
| 37 | 929 | その他 | 2010.6.25 | Alpha Ventus offshore wind farm | ドイツ | | ギアボックス損傷 |
| 38 | 941 | 致命的な事故 | 2010.7.27 | Bard Offshore 1, Germany | ドイツ | | 水中作業による死亡事故 |
| 39 | 948 | 構造上の欠陥 | 2010.8.12 | UK offshore windfarms (general) | イギリス | | 注入グラウトの問題 |
| 40 | 949 | その他 | 2010.8.17 | UK offshore windfarms (general) | イギリス | Siemens | ベアリングの腐食 |
| 41 | 954 | 環境損傷 | 2010.8.23 | UK offshore windfarms | イギリス | | 作業船によるアザラシの損傷 |
| 42 | 960 | その他 | 2010.9.15 | Lincolnshire coast | イギリス | | 漂流 |
| 43 | 1002 | その他 | 2011.1.10 | Walney offshore wind farm | イギリス | | ブレードの落下 |

http://www.caithnesswindfarms.co.uk/

## 2.2 国内外における洋上風力発電に係る規格、安全規制を中心とした動向調査

### 2.2.1 洋上風力発電に係る規格、安全規制

#### (1) 洋上風力発電関連資料

洋上風力発電設備の規格、規制について国内においてはこれから整備に向けた取り組みがなされるところであるが、国外においてはすでにいくつかの洋上風力発電の規制事例がある。風車の認証自体は 1983 年頃よりデンマーク、ドイツ、オランダにて始められていったが、適用範囲や要件は別々の適用となっていた。

現状の国外における洋上風力発電に関する規格、法規制の代表的なものとして、以下のものを示す。(表 2.2.1)

表 2.2.1 洋上風力発電関連規制

| 資料名 | 出版元 | 発刊年 | 備考 |
|---|---|---|---|
| IEC 61400-3 Design Requirements for Offshore Wind Turbins | IEC 61400-3 | 2009 Edition 1.0 | 風車の設計要件、安全と計測方法を扱う世界標準シリーズの、洋上風車の設計要件。 |
| Gudeline for the Certification of Offshore Wind Turbines | GL Wind | 2005 (1995) | 洋上風力発電認証ガイドライン |
| Design of Offshore Wind Turbine Structure(DNV-OS-J101) | DNV | 2004 | 洋上風力発電の構造設計規格を最初に発行。型式認証とﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ認証で多くの洋上風力ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの認証を実施。 |
| Recommendation for Technical Approval of Offshore Wind Turbines | The Danish Energy Agency | 2001 | 洋上風車の認証に係る規則として発行。 |
| An Guide to an Offshore Wind Farm | The Crown Estate | 2010 | 英国の大型洋上風車ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄにおける経験に基づく最新技術を示すガイド。 |
| Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbines | Bureau Veritas(BV) | 2010-11 | フランスの船級協会であり、洋上風力発電の設計、検証の実績を有し、独自に浮体式洋上風力発電のガイドラインを策定。 |

代表的な「IEC　61400-3」と「An Guide to an Offshore Wind Farm」についての項目と記述概要を以下に示す。

表　2.2.2　IEC 61400-3 Design Requirements for Offshore Wind Turbins

表　2.2.3　 An Guide to an Offshore Wind Farm

表 2.2.2 IEC 61400-3
Design requirements for offshore wind turbines

洋上風車の設計要件

| | | 項目 | 概要 |
|---|---|---|---|
| 1 | Scope | 適用範囲 | この規格は、として洋上風車サイトの外部条件評価に関する追加要件と洋上風車の技術的健全性を達成するための要件である。この規格はISO 及び IEC61400-1 と併せて適用する。 |
| 2 | Normative references | 引用規格 | 引用規格はこの文書に適用されることにより必須となる。 |
| 3 | Terms and definitions | 用語と定義 | 用語と定義 |
| 4 | Symbols and abbreviated terms | 記号及び略語 | 記号及び略語 |
| 4.1 | Symbols and units | 記号と単位 | 記号と単位 |
| 4.2 | Abbreviations | 略語 | 略語 |
| 5 | Pricipal elements | 主要要素 | |
| 5.1 | General | 一般 | 洋上風車の構造、機械、電気及び制御装置の安全性を達成するための工学的及び技術的要件を示す。 |
| 5.2 | Design methods | 設計方法 | この規格は、設計荷重を予測するために構造動力学モデルを用いることを規定する。設計荷重は6の外部条件と7の設計条件に該当する全ての組合せの荷重を定義する。また、支持構造物はサイト固有の条件を考慮しなければならない。 |
| 5.3 | Safety classes | 安全クラス | 洋上風車の設計は、①通常安全クラス、または②特殊安全クラスの何れかにより行わなければならない。 |
| 5.4 | Quality assurance | 品質保証 | 品質保証は、洋上風車及び全ての部品の設計、調達、製造、設置、運転及び保守における必須の要素である。 |
| 5.5 | Rotor - nacelle assembly markings | ロータ・ナセル・アセンブリの銘板 | ロータ・ナセル・アセンブリの銘板に製造業者及び国名、型式、製造番号、製造年、定格出力、基準風速、ハブ高さの運用風速範囲、運用外気温度範囲、IEC 風車クラス、風車接続点での定格電圧、風車接続点での周波数、または、公称変動範囲が 2% より大きい場合の周波数範囲 |
| 6 | External conditions | 外部条件 | |
| 6.1 | General | 一般 | 外部条件は、①通常外部条件（一般に再現性のある構造荷重条件）、②極値外部条件（稀な外部条件）に分類され、運転モードや他の設計条件における重要な組み合わせて適用されなければならない。 |
| 6.2 | Wind turbine classes | 風車クラス | 洋上風車について、特殊な風の条件、他の外部条件または特殊な安全クラスが要求される場合として、風車のクラスSを定義する。設計寿命は少なくとも 20 年とする。 |
| 6.3 | Wind conditions | 風条件 | 支持構造物の設計には、洋上風車サイトを代表する風条件に基づかなければならない。ロータ・ナセル・アセンブリについては、洋上風車サイト固有、または、IEC61400-1 に規定されるモデルやパラメータを用いる。 |
| 6.4 | Marine conditions | 海象条件 | 海象条件として、波、海流、水位、海氷、海洋付着生物、洗掘、海底変形などが含まれ、安全に耐え得るように設計されなければならない。荷重及び安全を考慮する場合の海象条件は通常海象条件と極値海象条件とがある。 |
| 6.5 | Other enviromental conditions | その他の環境条件 | その他の環境条件として、温度、湿度、空気密度、太陽の放射、雨、雹、霰、雪及び氷結、化学的活性物質、活動粒子、腐食要因となる塩分、落雷、地震活動度、海水密度、水温、船舶往来を考慮し、施した対応を設計文書に記載しなければならない。 |
| 6.6 | Electrical power network conditions | 電力系統条件 | 洋上風車接続点における、電圧、周波数、電圧不平衡、自動再閉路周期、停電に関する標準的条件を設定。 |
| 7 | Structual design | 構造設計 | |
| 7.1 | General | 一般 | 構造部材の終局強度及び疲労強度を計算及び試験、または、その何れかによって検証しなければならない。構造解析は ISO2394 に基づかなければならない。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7.2 | Design methodology | 設計方法 | 風車設計では限界状態を超えないことを検証しなければならない。ISO2394 に規定されているように、計算の代わりとしてモデル試験及び試作機試験により構造設計を検証することができる。 |
| 7.3 | Loads | 荷重 | 重力荷重及び慣性荷重、空力荷重、流体力荷重、海氷荷重、その他の荷重を考慮しなければならない。 |
| 7.4 | Design situations and load clases | 設計条件と荷重ケース | 設計荷重ケースと最小限考慮すべき事項を規定する。洋上風車の寿命は、洋上風車が受ける最大の重大な状態を網羅した設計条件により代表させることができる。荷重ケースは、運転モードまたはその他の設計条件との組合せにより決定され、次の組合せを考慮しなければならない。①通常設計条件及び適切な通常または極値外部条件、②故障設計条件及び適切な外部条件、③輸送、据付及び保守の設計条件並びに適切な外部条件。<br>(設計荷重の一覧有り) |
| 7.5 | Load and load effect calcuations | 荷重計算と荷重効果計算 | 荷重及び荷重影響に関する計算は、外部条件の組合せによる洋上風車の構造的応答を考慮した方法を用いなければならない。①流体力荷重の関連性、②流体力荷重の計算、③海氷荷重の計算、④シミュレーションに関する要件、⑤荷重計算及び荷重効果計算を規定。 |
| 7.6 | Ultimate limit state analysis | 終極限界状態分析 | 洋上風車のロータ・ナセル・アセンブリに関する終極限界状態の解析は ISO61400-1 に規定された要件を満足しなければならない。支持構造物の設計には次の各項に示す規定に従わなければならない。①終極強度解析、②疲労破壊 |
| 8 | Control and protection system | 制御及び保護システム | 洋上風車の運転と安全は、IEC61400-1 に規定された要件を満たした制御及び保護システムにより運営されなければならない。海洋条件の影響からすべての制御及び保護システムの要素を守ることを確実にしなければならない。 |
| 9 | Mechanical systems | 機械システム | この規格が対象とする機械システムは、静的部品または電気部品だけで構成されるシステムだけではなく、軸、リンク、軸受、スライド、ギアなどにより構成される動的なシステムも含む。ISO61400-1 の要件を満たし、海洋環境影響対策を施さなければならない。 |
| 10 | Electrical system | 電気システム | 洋上風車の電気システム設備は、風車接続点を含む個々の洋上風車に設置された全ての電気設備が包括される。集電設備はこの規格に含まれない。洋上風車の電気システムは IEC61400-1 の要件を満たさなければならない。全ての電気要素を海洋環境影響対策を施さなければならない。 |
| 11 | Foundation design | 基礎設計 | 洋上風車の基礎に関する設計は、ISO 海洋構造設計規格またはその他の認められた海洋設計規格に従って行われなければならない。一般に、設計及び解析は ISO19900 に満たさなければならない。風車支持構造物の全てのコンポーネントを腐食影響対策を施さなければならない。 |
| 12 | Assessment of the external conditions at an offshore wind turbine site | 洋上風車サイトにおける外部条件の評価 | |
| 12.1 | General | 一般 | 洋上風車は、環境条件、電気的条件、洋上風車サイトの地震、海底地形及び土壌に関する条件を考慮しなければならない。 |
| 12.2 | The metocean database | 気象海象データベース | 洋上風車サイト固有の気象海象データベースは以下の情報を含んで構築しなければならない。①風速及び風向、②有義波高さ、波の周期及び波向、③風と波浪統計値との相関、④水流の速度及び方向、⑤水位、⑥海氷の発生及びその特性、⑦着氷の発生、⑧気温、水温、空気密度、海水密度、海水塩分濃度、サイトの海底地形、海岸付着物など関連するその他の気象海象パラメータ |
| 12.3 | Assessment of wind condition | 風況精査 | 風車サイトにおける以下の以下の項目の数値を推定しなければならない。①ハブ高さにおける再現期間 50 年の極値 10 分間平均風速、②風速の確率密度関数、③大気乱流の標準偏差等、④ウィンドシア、⑤空気密度 |
| 12.4 | Assessment of waves | 波の評価 | 波の評価として、基準期間を仮定した有義波高及び関連する波のピークスペクトル周期の範囲、再現期間区分による個々波の極値波高及び低減波高、極値波頂高を推定しなければならない。 |
| 12.5 | Assessment of currents | 水流の評価 | 風車サイトに潮流、高潮、吹送流及び海底流が関連する場合、これらの要因を考慮した水流により評価しなければならない。再現期間 1年及び 50 年に対する極値表層流速度は、サイト固有の気象海象データベースを解析によって決定しなければならない。 |
| 12.6 | Assessment of water level ,tides and storm surges | 水位、潮汐及び高潮の評価 | 以下のパラメータを決定するため、風車設置個所における水位平均値及び変動を評価しなければならない。①平均潮位、②最高及び最低天文潮位、③高潮による水位上昇を含んだ最高静水位、④高潮による水位低下を含んだ最低静水位 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12.7 | Assessment of sea ice | 海氷の評価 | 海氷発生予想場所における洋上風車支持構造物設計時には、海氷影響を考慮しなければならない。仮定する海氷の次のパラメータは統計データから求めなければならない。①再現期間 50 年の氷厚、②海氷強度、③水流や風によって生じる氷盤に関するリスク、④水位変動によって誘起される力のリスク |
| 12.8 | Assessment of marine growth | 海洋付着生物の評価 | 海洋付着生物の厚さや水面下でのその深さについて、適用できる指針や地域の経験や既存の測定値に基づき評価しなければならない。海洋付着物成長の深さ依存性や厚さのような性質を明らかにするに当たり、サイト固有の研究が必要な場合がある。 |
| 12.9 | Assessment of seabed movement and scour | 海底地盤の変形及び洗掘の評価 | 海底の安定が評価されなければならない。サイトの海底地形及び地盤構成により、斜面崩壊、地滑り、陥没及び浸食現象が発生する可能性検討の必要性等を決定しなければならない。 |
| 12.10 | Assessment of wake effects from neighbouring wind turbines | 隣接風車からの後流の影響評価 | 隣接風車からの後流の影響評価については IEC61400-1 に示されている要件に基づいて行わなければならない。 |
| 12.11 | Assessment of other enviromental conditions | その他の環境条件の評価 | 洋上風車の設計において仮定条件と比較するため次の環境条件を評価しなければならない。①一般及び極値気温範囲、②霰と雪、③湿度、④雷、⑤日射量、⑥化学的活性物質、⑦塩分、⑧海水密度、⑨水温範囲 |
| 12.12 | Assessment of earthquake conditions | 地震条件の評価 | 地震条件の評価は、IEC61400-1 に示されている要件に基づいて行われなければならない。 |
| 12.13 | Assessment of weather windows and weather downtime | ウェザウィンド及びウェザダウンタイムの評価 | ウェザウィンド及びウェザダウンタイムは、洋上風車の輸送、設置や保守において重要であり、それらの評価は風車サイトにおいて実施されなければならない。 |
| 12.14 | Assessment of electrical network conditions | 電力系統条件の評価 | 風車サイト候補地での電力系統の電気条件は、電気的設計条件との適合性を評価しなければならない。電力系統の電気条件は①通常電圧及び変動幅、②通常周波数変動幅及び変化率、③逆相電圧、④中性点設置方式、⑤地絡検出方式及び地絡保護方式、⑥電力系統の年間停電回数、など17項目有り。 |
| 12.15 | Assessment of soil conditions | 地盤条件の評価 | サイト候補地における地盤条件の評価は、専門資格を有する地質工学技術者によって行われなければならない。基礎構造に影響を及ぼす、あるいは、基礎構造によって影響を受ける深さと面積の範囲において、地盤調査を実施しなければならない。一般的に、地盤調査は次の項目が含まれなければならない。①サイトの地質学的調査、②海底地形調査、③地球物理学的調査、④現地試験や実験室内試験からなる地質工学的調査 |
| 13 | Assembly, installation and erection | 組立、据付及び建設 | |
| 13.1 | General | 一般 | 洋上風車の製造業者は、風車構造や部品の設置に関する要件が記述された明確な設置手順書を用意しなければならない。洋上風車の設置は、これらの作業に訓練された人員、または、指導された人員によって実施されなければならない。 |
| 13.2 | Planning | 計画 | 風車及び関連設備の組立、立上、設置は、作業が安全に、かつ、地域や国の規定に従って計画されなければならない。品質保証手続きに加えて、必要な場合は以下の配慮を含む。①作業及び検査計画に関する詳細図面及び仕様書、②掘削作業や発破、基礎工事及び水面下の建設作業に関するその他作業等の安全実施規則、③基礎、ボルト、アンカ、補強鋼などの埋め込み物の適正取扱規則、など 7 項目 |
| 13.3 | Installation conditions | 設置状態 | 洋上風車の設置期間において、サイトは安全や航行の危険とならないように維持しなければならない。 |
| 13.4 | Site access | サイトへのアクセス | サイトへのアクセスは安全に及び以下の項目を考慮しなければならない。①障害物及び経路、②立入禁止区域、③交通、④運搬荷重能力限度、⑤サイトでの機材移動、⑥船舶と風車へのアクセスシステム、⑦ヘリコプタと風車へのアクセスシステム |
| 13.5 | Enviromental conditions | 環境条件 | 設置作業中において製造業者が規定した環境規制値を監視されなければならない。以下の項目について考慮されることが望ましい。①風速、②氷雪、③気温、④雷、⑤視程、⑥雨、⑦波高、⑧不足水深 |
| 13.6 | Documentation | 提出書類 | 洋上風車の製造業者は、洋上風車の図面、仕様書及び組立、設置及び立上手順書を提出しなければならない。製造業者は、全ての荷重、重量、リフティングポイント及び洋上風車を安全に取扱い、設置するための特殊なツールの詳細を提出しなければならない。製造業者は全ての危険作業のリスク評価を提出しなければならない。 |
| 13.7 | Receiving, handling and storage | 受取り、取扱い及び保管 | 設置中における風車機材取扱いと輸送は、作業に適していると認められた機材を用い、製造業者が推奨する要領に従って実施されなければな |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | らない。 |
| 13.8 | Foundation/anchor systems | 基礎及び繋留システム | 安全に設置や組立をするために製造業者により指定されている場所では、特殊ツール、治具、固定具及びその他の器具を用いなければならない。 |
| 13.9 | Assembly of offshore wind turbine | 洋上風車の組立 | 洋上風車は、製造業者の指示書に従って組立てなければならない。検査は全ての部品の適切な潤滑と事前サービス調整が確実に行われていることを確認しなければならない。 |
| 13.10 | Erection of offshore wind turbine | 洋上風車の建設 | 洋上風車は、洋上風車の立上作業を適切に、かつ、安全に行う訓練や指導を受けた人員によって建設されなければならない。風車設置を行う特殊な訓練とは別に少なくとも以下の訓練が含まれていなければならない。①救急法、②洋上特有の訓練、③避難手順、④ボート、ヘリコプタ及び洋上アクセスシステムの使用法 |
| 13.11 | Fasteners and attachments | 締結部品及びアタッチメント | 緊張材の留め具及び他の取り付け部品は、風車製造業者の推奨するトルク及びまたは他の指示書に従って取り付けなければならない。重要な留め具は点検され、及び、承認された取付けトルクと他の要件を入手し利用されなければならない。 |
| 13.12 | Cranes, hoists and lifting equipment | クレーン、ホイスト及び揚重装置 | クレーン、ホイスト及び揚重装置は、安全な揚重作業及び載貨物の最終作業に適したものでなければならない。建設作業や取扱いに関する製造業者の指示書及び説明書には予想荷重や部品組立における安全なリフティングポイントの情報を提供しなければならない。 |
| 14 | Commissioning, operation and maintenance | 試運転、運転及び保守 | |
| 14.1 | General | 一般 | 試運転、操作、点検及び保守の手順は人員の安全を考慮した洋上風車取扱説明書に規定されなければならない。 |
| 14.2 | Design requirements for safe operation, inspection and maintenance | 操作、検査及び保守の安全に関する設計要件 | 運転操作員による洋上風車の通常運用は、プラットホームレベルで可能にしなければならない。現場のマニュアル操作が自動／遠隔制御システムを上回るようにタグ付けされて提供されなければならない。 |
| 14.3 | Instructions concerning commissioning | 試運転に関する指示書 | 製造業者は、試運転要領書を提供しなければならない。洋上風車の通電手順、試運転試験、記録、試運転後の作業についての要件が示されている。 |
| 14.4 | Operator`s instruction manual | 操作取扱説明書 | 運転員の操作手順書は、洋上風車製造業者から提供され、特殊な現場状況に係わる情報が追加されたものでなければならない。取扱説明書は、捜査員は保守要員にとって読んで理解できる言語でなければならない。取扱説明書に含めるべき最低限の内容を示している。 |
| 14.5 | Maintenance manual | 保守マニュアル | 各洋上風車は、風車製造業者が指定した保守要件及び緊急対策要領がなければならない。マニュアルには予定外保守についても提供されなければならない。保守マニュアルは、摩耗、損傷、腐食及び海洋付着生物の部材を明示し、交換時期が示されなければならない。 |

表 2.2.3 THE CROWN ESTATE 2010 A Guide to an Offshore Wind Farm

| | | タイトル | 記述の概要 |
|---|---|---|---|
| D0 | Development and consent | 開発と許認可 | |
| T0 | Wind turbine | 風車 | |
| B0 | Balance of plant | その他設備 | |
| I0 | Installation and commissioning | 設置と試運転 | |
| O0 | Operations and maintenance | 運転とメンテナンス | |
| 3.Development and consent | | 3.開発と許認可 | |
| D0 | Development and consent | 開発と許認可 | 開発と許認可にはウインドファーム建設の確定注文を得るまでの業務範囲が含まれる。 |
| D1 | Enviromental surveys | 環境調査 | 環境調査はウインドファームの開発予定海域ろその空域に生息または飛翔する生物に対する影響を予測評価する。 |
| D1. 1 | Benthic enviromental surveys | 底生生物調査 | 開発予定海域の海底に生息する底生生物種を調査する。 |
| D1. 2 | Pelagic enviromental surveys | 魚類調査 | 開発予定海域に生息する種、とりわけ魚類を調査する。 |
| D1. 3 | Ornithological enviromental surveys | 鳥類調査 | ウインドファームが鳥類に与える影響を調べる |
| D1. 4 | Sea mammal enviromental surveys | 海産哺乳類調査 | 洋上ウインドファームがクジラ目やし脚類に与える影響の可能性 |
| D1. 5 | Ornithological and surveying craft | 鳥類、海産哺乳類調査用船舶・航空機 | 環境調査実施時のオソラットフオームになる |
| D1. 6 | Onshore enviromental surveys | 陸上生物調査 | ケーブル工事や陸上変電所が陸上の生態系に及ぼす影響に関してその可能性を調査する。 |
| D2 | Coastal process surveys | 海岸線調査 | ウインドファームの建設が海岸の堆積作用と侵食作用に及ぼす影響に関して可能性を調査する |
| D3 | Met station surveys | 気象観測調査 | 開発予定海域に気象観測タワーを建設し、気象、海象観測を行う。 |
| D3. 1 | Met station structure | 気象観測タワー構造 | タワーはセンサや付帯設備及び人員にとって安全で安定したアクセス用の土台となる。 |
| D3. 2 | Met station sensors | 気象観測タワー取付センサー | 観測地点の気象、海象データを取得する。 |
| D3. 3 | Met station suxiliary systems | 気象観測タワー付帯設備 | 付帯設備には電源、航海支援機器、記録計、遠隔測定システム等がある。 |
| D4 | Sea bed surneys | 海底地盤調査 | 海底調査は開発予定海域における海底の状態と特徴を調査する。 |
| D4. 1 | Geophysical surveys | 物理探査 | 海底の海底地形、特徴、水深、地層を調査し、同時に危険と見なされる海底域も特定する。 |
| D4. 2 | Geophysical survey vessels | 物理探査船 | 海底の物理探査には専用の船舶を用いる。 |
| D4. 3 | Geotechnical surveys | 地盤調査 | 地盤調査は、物理探査のデータを参考にして目標とする地層変化や海底の特徴を把握した後に実施する。 |
| D4. 4 | Geotechnical survey vessels | 地盤調査船 | 海底の地盤調査には専用の船舶を使う。 |
| D5 | Front end engineering and design studies | エンジニアリング関連調査 | エンジニアリング関連調査を行い、技術的な不確実性の洗い出しと、ウインドファームの全体構想を発展させる。 |
| D6 | Human impact studies | 社会受容性調査 | 計画するウインドファームが周辺海岸や海岸近くのコミュニテーに与える影響を評価する。調査内容は景観評価、騒音評価、社会経済評価を含む。 |
| 4.Wind turbine | | 4.風車 | |
| T0 | Wind turbine | 風車 | 風車は風のエネルギーを3相ACの電気エネルギーに変換する。 |
| T1 | Nacelle | ナセル | ナセルはロータを支持し、ロータの回転エネルギーを3相ACの電気エネルギーに変換する。 |
| T1. 1 | Nacelle bedplate | ナセル台板 | ナセル台版はドライブトレインとナセルのその他部品を支え、また荷重をロータからタワーへ伝達する。 |
| T1. 2 | Main bearing | 主軸受 | 主軸受けはロータを支え、ロータ荷重の一部をナセル台版に伝達する。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| T1. 3 | Main shaft | 主軸 | 主軸はロータトルクを増速機へ伝達する。ロータ側主軸は主軸受により支持され、反対側は増速基もしくは別の軸受けにより支持される。 |
| T1. 4 | Gearbox | 増速機 | 増速機は発電機の電力変換効率向上のため 5～15 rpmで回転するロータを 1500 rpm程度まで加速する。 |
| T1. 5 | Generator | 発電機 | 発電機は機械ｴﾈﾙｷﾞｰを電気エネルギーに変換する。 |
| T1. 6 | Power take-off | 電力変換器 | 発電機から電気エネルギーを受け取り、電圧や周波数を調整してウインドファーム系統に送る。 |
| T1. 7 | Control system | 制御システム | 監視制御機能を提供し、外部要求事項を達成させつつ風車の寿命と発電収入の最適化のため、発電量と負荷のアクティブ制御を行う。 |
| T1. 8 | Yaw system | ヨーシステム | ヨーシステムは運転中に名セルを風向方向に向ける装置である。 |
| T1. 9 | Yaw bearing | ヨー軸受 | ﾖｰ軸受けはナセルとタワーを接続し、ヨーシステムにより名セルを風向に向けることを可能にする。 |
| T1. 10 | Nacelle suxiliary systems | ナセル付属システム | 幾つもの付属システムのお陰で風車の無人運転が容易になり、メンテナンス時にも役立つ。 |
| T1. 11 | Nacelle cover | ナセルカバー | ナセルカバーの役割は、ナセル部品の防水と空調装置のような外部部品や風況測定装置、雷保護装置の支持である。 |
| T1. 12 | Small engineering components | その他エンジニアリング部品 | その他の標準エンジニアリング部品がナセル内部品の残りを占める。 |
| T1. 13 | Fasteners | 締結部品 | 締結部品は様々の重要なボルト接続部に使われる。 |
| T1. 14 | Condition monitoring system | 状態監視システム | 殆どの風車メーカーは追加の状態監視と故障予測を行うためのアドオンの状態監視装置を提供している。 |
| T2 | Rotor | ロータ | ロータは空気の運動エネルギーをドライブトレインの回転ｴﾈﾙｷﾞｰに変換する。 |
| T2. 1 | Blades | ブレード | ブレードは風のｴﾈﾙｷﾞｰを捕らえトルクやその他好ましくない負荷をドライブトレインやそれ以外の部分に伝達する。 |
| T2.1.1 | Structural composite materials | 複合材 | 複合材は効率が良く、強度があり、比較的軽いブレード構造を達成するために使われる。 |
| T2.1.2 | Blade root | ブレード基部 | ブレード基部はブレードの複合材主要部分と鋼製軸受との接続点となる。 |
| T2.1.3 | Lightning protection | 雷保護 | 雷保護システムはブレードとその他風車部品に対して、あるレベルの保護を提供する。 |
| T2. 2 | Hub casting | ハブ | ハブはブレードを主軸へ接続する。 |
| T2. 3 | Blade bearings | ブレード軸受 | ブレード軸受はピッチ角調整による出力制御、荷重抑制、起動停止を可能にする。 |
| T2. 4 | Pitch system | ﾋﾟｯﾁシステム | ピッチシステムはブレードのピッチ角を調整し、出力制御、荷重抑制、起動停止を行う。 |
| T2.4.1 | Hydraulic pitch system | 油圧式ﾋﾟｯﾁシステム | 油圧式駆動装置によりブレードのピッチ角を調整する。 |
| T2.4.2 | Electric pitch system | 電動式ﾋﾟｯﾁシステム | 電動ギアモータによりブレードのピッチ角を調整する。 |
| T2. 5 | Spinner | スピナ | スピナはハブを外部環境から保護し、メンテ時にはハブとブレードへのアクセスルートを提供する。 |
| T2. 6 | Rotor suxiliary system | ロータ付属システム | 付属システムには軸受への自動潤滑剤供給等を含み状態監視や制御を行う。 |
| T2. 7 | Fabricated steel components | 形成加工鋼材 | 成形加工材はブレード軸受の補強と油圧式ピッチシステムとの接続に使われる。 |
| T3 | Tower | タワー | タワーは一般に管状鋼材の構造体でナセルを支持する。又なセルへのアクセスルートとなり、電気・制御機器を収納する。 |
| T3. 1 | Steel | 鋼材 | タワー材には鋼材が最もよく用いられる。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| T3. 2 | Personnel access and survival equipment | 人員アクセスと救命装置 | メンテナンス作業ではナセルへの安全なアクセスが必要となる。梯子や大型の風車にはエレベータも備える。洋上風車は洋上救命装置を常備し、天候悪化により風車から離れられなくなった場合に備えている。 |
| T3. 3 | Tuned damper | 調整用ダンパ | タワー負荷を制御するためタワー頂部に大きなダンパを取り付けることがある。 |
| T3. 4 | Electrical system | 電気システム | 全ての風車はタワー底部に制御盤を備え、タワーを上らずにメンテナンス要員が現場で制御できるようになっている。 |
| T3. 5 | Tower internal lighting | タワー内部照明 | ナセルとタワーへの人員の安全なアクセスのため、証明を設置する。 |
| 5.Balance of plant | | 5.その他設備 | |
| B0 | Balance of plant | その他設備 | ウインドファームに関する風力発電時以外の全ての設備を対象とする。 |
| B1 | Cables | ケーブル | 風車から陸上へ電力を輸送する。 |
| B1. 1 | Export cable | 送電ケーブル | 洋上と陸上変電所を繋ぐ。 |
| B1. 2 | Array cable | アレイケーブル | 風車と洋上変電所を繋ぐ。 |
| B1. 3 | Cable protection | ケーブル保護 | 波と潮流による作用から脆弱な場所に敷設されたケーブルを防護する。 |
| B2 | Turbine foundation | タービン基礎 | 風車を支持し且つ人員用のアクセスにもなる。 |
| B2. 1 | Foundation structure | 基礎構造 | 主要基礎構造体は海底とトランジションピース間のインターフエイスとなる。 |
| B2. 2 | Transition piece | トランジションピース | トランビションピースは基礎とタワーを海面上 20m程度の位置で連結する。 |
| B2. 3 | Crew access system | 人員アクセスシステム | 人員に対して風車プラットフオームへの安全なアクセスを提供する。 |
| B2. 4 | J Tube | Jチューブ | Jチューブは中にインターアレイケーブルを通し、基礎更には風車へケーブルを導く。 |
| B2. 5 | Scour protection | 洗掘防止材 | 基礎自体の存在により、基礎周りの流れが増速され引き起こされる。海底の洗掘を防止する。 |
| B2. 6 | Sacrificial anode | 犠牲陽極 | 異なった金属イオン化傾向の差を利用して腐食を防止する方法。 |
| B3 | Offshore substation | 洋上変電所 | 洋上変電所は陸上への送電前に昇圧して電力損失を低減する。 |
| B3. 1 | Electrical system | 電気システム | 各風車からの出力を統合し、陸上送電に備えて昇圧して変換する。 |
| B3. 2 | Facilities | 付帯設備 | 変電所とウインドファームの運転とメンテナンスを補助する。 |
| B3. 3 | Structure | 構造体 | 電気システムやその他システムを支持し、また防護する。 |
| B3. 4 | Onshore substation | 陸上変電所 | 変圧器を介して系統電圧を昇圧して接続する。 |
| 6.Installation and commissioning | | 6.設置と試運転 | |
| I0 | Installation and commissioning | 設置と試運転 | 陸上･洋上の両作業を含む風車とその他全ての設備の建設と試運転。 |
| I1 | Export cable-laying | 送電ケーブル引入れ | ケーブルを敷設し、陸上と洋上の変電所を繋ぐ。 |
| I1. 1 | Trenching vessel | トレンチ掘削船 | 海底ケーブル敷設後に埋設を行う。 |
| I1. 1. 1 | Trenching ROV | トレンチ掘削 ROV | ケーブルを埋設するトレンチを掘削する。 |
| I1. 2 | Export cable-laying vessel | 送電ケーブル敷設船 | 洋上 -陸上変電所 間にケーブルを敷設する。 |
| I1. 2. 1 | Cable phough | ケーブル埋設機 | ケーブル敷設と埋設を同時に行うため、ケーブル埋設機を使用する。 |
| I1. 2. 2 | Work class ROV | 水中作業 ROV(遠隔操作無人探査機) | 水中作業 ROV の作業範囲はチューブや基礎等の海底構造物の調査、ケーブルの引き入れ、パイルグラウチング作業の監視等がある。 |
| I2 | Foundation installation | 基礎設置 | 基礎を輸送し設置する。手順は採用した基礎構造により異なる。 |
| I2. 1 | Foundation installation vessel | 基礎設置船 | 基礎を波止場の加工施設から現場まで輸送する。特殊な輸送船を用いる。 |
| I3 | Array cable-laying | アレイケーブル敷設 | 風車と洋上変電所間に電力ケーブルを設置する。 |
| I3. 1 | Array cable-laying vessel | アレイケーブル敷設船 | 風車と洋上変電所間に電力ケーブルを敷設する。 |
| I4 | Construction port | 港湾施設 | 事前組み立て拠点。ウインドファームへの基礎供給拠点と風力 |
| I5 | Offshore substation installation | 洋上変電所設置 | 波止場の製作場から変電所を輸送し、基礎上に据付ける。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| I5．1 | Substation installation vessel | 洋上変電所設置船 | 事前に据付けた基礎上に洋上変電所設置するため、輸送し吊り上げる。 |
| I6 | Sea-besed support | 海上補助 | 多くの船舶が建設をサポートする。交通船、アンカーハンドリング船、バージ、潜水支援船、ROV、支援船等。 |
| I7 | Turbine installation | 風車設置 | 風車の設置は、拠点港から風車部品の輸送と基礎上への設置から構成される。 |
| I7．1 | Turbine installation vessel | 風車設置船 | 風車を基礎上へ据付ける。基礎建設にも同様の船舶を使う場合がある。強固な吊り上げ用プラットフォームを確保するため、通常ジヤッキアップ機能を有する。 |
| I8 | Commissioning | 試運転 | 建設終了時に試運転を行い、引渡し前に全システムが稼動することを確認し、パンチリストを作成する。 |
| 7.Operations and maintenance | | 7.運転とメンテナンス | |
| O0 | Operations and maintenance | 運転とメンテナンス | 最適出力を確保するため、ウインドファームの運転寿命の間、サポートを行う |
| O1 | Operations | 運転 | ウインドファームの性能監視、メンテナンスの計画、顧客と供給業者の仲介。 |
| O2 | Maintenance | メンテナンス | 定期的な観察、サービス、修理を行う。 |
| O2．1 | O&M port | O＆M港 | ウインドファームの運転と監視に関連する施設に加え、現場作業施設や船舶燃料の保管施設を備える |
| O2．2 | Technician and equipment ttransfer | 人員及び装置の移送 | 船舶又はヘリコプターによりウインドファームへのアクセスを提供する |
| O2．3 | Offshore accommodation | 洋上居住施設 | ウインドファームの現場において、人員へ居住施設を提供し、移動時間を著しく軽減する。 |
| O2．4 | Large component replacement | 大型部品の交換 | |

（2）船舶関連資料

洋上風力発電のうち浮体式については船舶関連の法規制を参考にすることが考えられるため、国外における規格、法規制についてを抽出すると、以下のものがあげられる。

各国の船級協会ではその国の船舶や海上構造物に対して、ある一定の基準を満たすように定めている。エンジンやポンプなどの船の機能に重要な設備についても船級協会の認証が必要となる。船級協会では特殊な船舶や標準の船級を越えた基準を要する船舶向けの追加の判断基準も用意している。

世界には 50 以上の船級協会が存在しているといわれているが、海洋構造物に対しての船級認証を全ての船級協会が行っているわけではない。海上構造物に対しての船舶認証に際しての参考資料と当該船級協会を以下に示す。（表 2.2.4）

洋上風力発電の着床式は石油掘削リグと同様な構造となっており、これらに準拠することが考えられる。また洋上風力発電の浮体式は、石油掘削プラットフォームの半潜水式（セミサブ型）や掘削作業船と同様な構造と考えられる。これらの海洋構造物に対しても船級認証が適合されている。

表　2.2.4　船舶関連規制

| 資料名 | 出版元 | 発刊年 | 備考 |
|---|---|---|---|
| Rules for the Classisication of Offshore Units | Bureau Veritas (BV) | 2010 | フランスの船級協会による洋上海洋構造物に対する認証 |
| Rules for Building and Classing Offshore Installations | ABS Consulting(ABS) | 1997 | アメリカ船級協会による洋上構造物へのルール |
| Planning Designing and Constructing Floating Production Systems | American Petroleum Institute(API) | 2011 | アメリカ石油協会による浮体式構造物の設計と建設方法 |
| Rules for the Classification of Fixed Offshore Structures | Korean Register(KR) | 2011 | 韓国船級協会による着床式海洋構造物 |

これらの認証資料についての項目と記述概要を以下に示す。

表　2.2.5　Rules for the Classisication of Offshore Units　(BV)

表　2.2.6　Rules for Building and Classing Offshore Installations(ABS)

表　2.2.7　Planning Designing and Constructing Floating Production Systems (API)

表　2.2.8　Rules for the Classification of Fixed Offshore Structures(KR)

表 2.2.5 Rules for the Classification of Offshore Units, April 2010, (NR445)Offshore Units

| | | タイトル | 記述の概要 |
|---|---|---|---|
| A. Classification and Surveys | | 分類と調査 | 内容の容量 :92 ページ |
| 1 | CLASSIFICATION | 分類 | 分類に関して基準の目的、一般的定義事項、分類の目的、制限から必要書類まで詳述されている。 |
| (1) | GENERAL PRINCIPLES OF CLASSIFICATION | 分類の一般原則 | |
| (2) | CLASSIFICATION NOTATIONS | 分類表記 | |
| (3) | ASSIGNMENT OF CLASS | 分類割当 | |
| (4) | REQUIRED DOCUMENTATION | 必要書類 | |
| 2 | MAINTENANCE OF CLASS | 分類の維持管理 | 分類の維持管理について、調査の区分毎のその目的、対象、手続き、内容、評価や、石油やガス貯蔵ユニット及び水中部品、係留装置等毎の調査区分別調査内容と要求事項が記述されている。 |
| (1) | GENERAL PROVISIONS CONCERNING SURVEYS | 調査に関する一般規定 | |
| (2) | ANNUAL SURVEY | 年次調査 | |
| (3) | INTERMEDIATE SURVEY | 中間調査 | |
| (4) | CLASS RENEWAL SURVEY | 分類更新検査 | |
| (5) | SCOPE OF SURVEYS FOR OFFSHORE DRILLING UNITS | 洋上掘削ユニット調査の適用範囲 | |
| (6) | SURVEYS RELATED TO STORAGE AREA OF OIL STORAGE UNITS | 石油貯蔵ユニットの貯蔵領域関連調査 | |
| (7) | SURVEYS RELATED TO STORAGE AREA OF GAS STORAGE UNITS | ガス貯蔵ユニットの貯蔵領域関連調査 | |
| (8) | SURVEY OF UNDERWATER PARTS AND MOORING EQUIPMENT | 水中部品と係留装置の調査 | |
| (9) | OTHER SURVEYS | その他の調査 | |
| B. Structural Safety | | 構造安全性 | 内容の容量 :62 ページ |
| 1 | STABILITY AND SUBDIVISION | 安定性と下位部分 | 分類の要求事項、法的要件、傾斜試験、載貨重量調査など構造物の安定性に関する記述がされている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | STABILITY CALCULATIONS | 安定性計算 | |
| (3) | STABILITY CRITERIA | 安定性基準 | |
| (4) | WATERTIGHTNESS AND WEATHERTIGHTNESS | 水密性と風雨密性 | |
| 2 | ENVIRONMENTAL CONDITIONS - LOADINGS | 環境条件 ― 荷重 | 洋上ユニットの種類、設計基準、運用時荷重、環境データ、環境荷重、事故時状況等の記述がされている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | ENVIRONMENTAL DATA | 環境データ | |
| (3) | DESIGN LOADS | 設計荷重 | |
| 3 | STRUCTURE | 構造 | 構造に関してユニットの区分、建設材料、構造配置、再分割方法、構造鋼の構造強度、構造強度要件や防食の方法要件、調査 ·試験の内容、水密区画やその他施設の試験と試運転について記述されている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | STRUCTURAL STEELS | 構造鋼 | |
| (3) | STRUCTURE STRENGTH REQUIREMENTS | 構造強度要件 | |
| (4) | ANCILLARY STRUCTURES | 付帯構造物 | |
| (5) | CORROSION PROTECTION | 防食 | |
| (6) | CONSTRUCTION SURVEY | 建設調査 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (7) | TESTS AND TRIALS | 試験と試運転 | |
| (8) | PARTICULAR REQUIREMENTS | 特定要件 | |
| C. Facilities | | 施設 | 内容の容量 394 ページ |
| 1 | MACHINERY AND PIPING | 機械と配管 | 機械と配管に関する要求事項、定義や要素別の設計と建設、配置と洋上での設置及び試験と試運転について記述されている。 |
| (1) | GENERAL REQUIREMENTS | 一般的要件 | |
| (2) | DIESEL ENGINES | ディーゼルエンジン | |
| (3) | PRESSURE EQUIPMENT | 圧力装置 | |
| (4) | STEAM TURBINES | 蒸気タービン | |
| (5) | GAS TURBINES | ガスタービン | |
| (6) | GEARING | 伝導装置 | |
| (7) | PIPING SYSTEMS | 配管システム | |
| (8) | ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR PIPING SYSTEMS OF SEMI-SUBMERSIBLE UNITS | 半潜水ユニット配管システムの追加要件 | |
| (9) | THRUSTERS | 推進機器<br><br>推進機器 | |
| (10) | REFRIGERATING INSTALLATIONS | 冷凍装置 | |
| (11) | SELF ELEVATING SYSTEMS | 甲板昇降装置 | |
| (12) | TESTS ON BOARD | 運用時試験 | |
| 2 | ELECTRICAL INSTALLATIONS | 電気設備 | 電気設備に関する規則、標準、定義や、環境条件、電源品質、電磁感受性、材料、建設、爆発の危険に対する保護などについて要素別の記述がされている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | GENERAL DESIGN REQUIREMENTS | 一般的要件 | |
| (3) | SYSTEM DESIGN | システム設計 | |
| (4) | ROTATING MACHINES | 回転機械 | |
| (5) | TRANSFORMERS | 変圧器 | |
| (6) | SEMICONDUCTOR CONVERTORS | 半導体変換機 | |
| (7) | STORAGE BATTERIES AND CHARGERS | 蓄電池と充電器 | |
| (8) | SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES | 開閉装置及び制御装置体 | |
| (9) | CABLES | ケーブル | |
| (10) | MISCELLANEOUS EQUIPMENT | 付帯装置 | |
| (11) | LOCATION | 配置 | |
| (12) | INSTALLATION | 装置 | |
| (13) | HIGH VOLTAGE INSTALLATIONS | 高圧装置 | |
| (14) | COMMUNICATIONS, SAFETIES AND ALARMS | 通信、安全と警報 | |
| (15) | SPECIFIC REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS IN HAZARDOUS AREAS | 防災エリアでの電気設備固有要件 | |
| (16) | PROPULSION PLANT | 推進プラント | |
| (17) | TESTING | 試験 | |
| 3 | CONTROL SYSTEMS AND AUTOMATION | 制御システムと自動化 | 制御システムと自動化に関する規則、標準、定義、文書、環境と供給条件、材料と建設、設計要件等につ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (1) | GENERAL REQUIREMENTS | 一般的要件 | いて要素別の記述がされている。 |
| (2) | DESIGN REQUIREMENTS | 設計要件 | |
| (3) | COMPUTER BASED SYSTEMS | コンピュータベースシステム | |
| (4) | CONSTRUCTIONAL REQUIREMENTS | 構造上要件 | |
| (5) | INSTALLATION REQUIREMENTS | 設備要件 | |
| (6) | TESTING | 試験 | |
| (7) | UNATTENDED MACHINERY SPACES (AUTO) | 無人機械室（自動） | |
| 4 | SAFETY FEATURES | 安全性 | 安全性に関する規則、調査と試験、定義、ユニットの配置と設置、防災エリアの定義と換気、安全性確保用要素別の要求事項等について記述がされている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | ARRANGEMENT OF UNIT OR INSTALLATION | 装置や設備の配置 | |
| (3) | HAZARDOUS AREAS | 防災エリア | |
| (4) | STRUCTURAL FIRE PROTECTION | 構造的防火 | |
| (5) | DETECTION, CONTROLS, COMMUNICATIONS AND ALARMS | 検出、制御、通信と警報 | |
| (6) | SUPPRESSION OF FIRE: FIRE FIGHTING | 火災抑制：消火 | |
| (7) | SUPPRESSION OF FIRE: STRUCTURAL INTEGRITY | 火災抑制：構造的保全性 | |
| (8) | ESCAPE | 避難 | |
| (9) | FIRE PLAN | 消火計画 | |
| (10) | HELICOPTER FACILITIES | ヘリコプター施設 | |
| (11) | FIRE SAFETY SYSTEMS | 火災安全システム | |
| (12) | ADDITIONAL CLASS NOTATION LSA | 付加分類表記：救命設備 | |
| 5 | COMFORT AND HEALTH ON BOARD | 施設内快適性と健康 | 施設内快適性と健康に関する適用、基礎的原理、建設後の調査、規則、標準、文書、試験条件等について記述がされている。 |
| (1) | GENERAL REQUIREMENTS | 一般的要件 | |
| (2) | ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR NOTATION COMF HEALTH-NOISE | 付加要件表記：COMF HEALTH-NOISE | |
| (3) | ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR NOTATION COMF HEALTH-VIB | 付加要件表記：COMF HEALTH-VIB | |
| D. Service Notations | | サービス表記 | 内容の容量：128 ページ |
| | PRODUCTION, STORAGE AND OFFLOADING SURFACE UNITS | 生産、貯蔵と荷卸し装置 | 生産、貯蔵と荷卸し装置に関する構造的要求事項、設計寿命、定義、法的要件、設計基準、構造設計原理、流体力学解析等について記述されている。 |
| (1) | GENERAL | 一般 | |
| (2) | SUBDIVISION AND STABILITY | 細分化と安定性 | |
| (3) | STRUCTURE DESIGN PRINCIPLES | 構造設計の原則 | |
| (4) | HYDRODYNAMIC ANALYSIS | 流体力学解析 | |
| (5) | DESIGN LOADS | 設計荷重 | |
| (6) | HULL GIRDER STRENGTH | 外殻桁強度 | |
| (7) | HULL SCANTLINGS | 外殻寸法 | |
| (8) | OTHER STRUCTURES | その他構造物 | |
| (9) | LOCAL STRUCTURAL IMPROVEMENTS | 局所構造改善 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (10) | ACCESS, OPENINGS, VENTILATION AND VENTING OF SPACES IN THE STORAGE AREA | 貯蔵エリア内空間のアクセス、開口部、換気、通気 | |
| (11) | EQUIPMENT AND SAFETY PARTICULARS | 機器と安全性の明細 | |
| (12) | PIPING SYSTEMS | 配管システム | |
| (13) | USE OF PROCESS GAS AND CRUDE OIL AS FUEL | 燃料としての処理ガスと原油の使用 | |
| (14) | SWIVELS AND RISERS | スイベルとライザー | |

表 2.2.6 Rules for Building and Classing Offshore Installations, 1997　　資料の容量 :94 ページ

| | | タイトル | 記述の概要 |
|---|---|---|---|
| Introduction | | 初めに | |
| 1. Classification, Testing and Surveys | | 分類、試験と調査 | |
| 1 | Scope and Conditions of Classification | 分類の適用範囲と条件 | |
| (1) | Classification | 分類 | |
| (2) | Suspension and Cancellation of Class | 分類の休止と解除 | |
| (3) | Class Designation | 分類の指定 | |
| (4) | Rules For Classification | 分類の基準 | |
| (5) | Other Regulations | 別の規則 | 左記の分類項目毎に分類、試験、調査の手続き、証明書、レポート等の内容が詳述されている。 |
| (6) | IACS Audit | IACS 監査 | |
| (7) | Plans and Design Data to be Submitted | 提出計画と設計データ | |
| (8) | Conditions for Surveys after Constructions | 建設後の調査条件 | |
| (9) | Fees | 手数料 | |
| (10) | Disagreement | 不承諾 | |
| (11) | Limitation of Liability | 賠償責任制限 | |
| 2 | Surveys During Construction and Installations | 建設から設置間の調査 | |
| (1) | General | 一般 | 洋上構造物の建設から設置までの間の構造物の調査や記録基準について概念的に記述がされている。 |
| (2) | Steel Structures | 鋼構造 | |
| (3) | Concrete Structures | コンクリート構造 | |
| 3 | Surveys After Construction | 建設後の調査 | |
| (1) | Condition for Surveys after Construction | 建設後調査の条件 | |
| (2) | Annual Surveys | 年次調査 | |
| (3) | Special Periodic Surveys | 特別定期調査 | 調査の種類、調査すべき場所毎に調査内容と調査部位、調査者等の内容が概念的に記述されている。 |
| (4) | Gaugings | 計測 | |
| (5) | Structural Deterioration | 構造劣化 | |
| (6) | Maintenance of Marine Growth | 海洋付着生物の維持管理 | |
| (7) | Statutory Certification | 法廷認証 | |
| 4 | Definitions and Design Documentation | 定義と設計書類 | |
| (1) | Definitions | 定義 | 本基準に関する用語の定義と設計文書が含むべき事項が記述されている。 |
| (2) | Design Documentation | 設計書類 | |
| 2 Materials and Welding | | 材料と溶接 | |
| 1 | Materials | 材料 | |
| (1) | Structural Steels | 構造用鋼 | 構造用鋼やコンクリート構造材料の持つべき性能、守るべき基準が記述されている。 |
| (2) | Materials for Concrete Construction | コンクリート構造材料 | |
| 2 | Welding and Fabrication | 溶接と加工 | 溶接と加工について計画の方法、作業員の教育方法、作業準備方法、作業方法、確認調査の方法が記述されている。 |
| (1) | Introduction | 序説 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (2) | General | 一般 | |
| (3) | Preparation for Welding | 溶接準備 | |
| (4) | Production Welding | 生産溶接 | |
| (5) | Butt Welds | バット溶接 | |
| (6) | Fillet Welds | フィレット溶接 | |
| (7) | Full Penetration Corner or Tee Joints | 完全溶け込みコーナー、T 型継手 | |
| 3. Design | | 設計 | |
| 1 | Environmental Conditions | 環境条件 | 洋上構造物の輸送、設置、建設時の設計に関する環境条件として、海洋の条件や気象条件、運用環境条件等について記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Environmental Factors to be Considered | 考慮すべき環境要因 | |
| (3) | Environmental Design Criteria | 環境設計基準 | |
| (4) | Specific Environmental Conditions | 特定環境条件 | |
| 2 | Loads | 荷重 | 洋上構造物の輸送中や設置時に対する荷重の種類、定義や決定等について記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Types of Loads | 荷重の種類 | |
| (3) | Determination of Environmental Loads | 環境荷重の決定 | |
| 3 | General Design Requirements | 一般的な設計必要条件 | 設計時に考慮すべき一般的な考え方や配慮事項の概要と、特に洋上構造物について配慮すべき事項が記述されている。 |
| (1) | General | 概要 | |
| (2) | Analytical Approaches | 分析アプローチ | |
| (3) | Overall Design Considerations | 全体的設計上考慮事項 | |
| (4) | Considerations for Particular Types of Structures | 特定構造物の考慮事項 | |
| 4 | Steel Structures | 鋼構造 | 洋上構造物の主要構成要素となる鋼構造物の設計と解析に関する要求事項や基準が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | General Design Criteria | 一般的設計基準 | |
| (3) | Loading Conditions | 荷重条件 | |
| (4) | Structural Analysis | 構造解析 | |
| (5) | Allowable Stresses and Load Factors | 許容応力と荷重係数 | |
| (6) | Structural Response to Earthquake Loads | 地震荷重に対する構造応答 | |
| (7) | Fatigue Assessment | 疲労評価 | |
| (8) | Stresses in Connections | 接続部応力 | |
| (9) | Structure-Pile Connections | 構造杭接続 | |
| (10) | Structural Response to Hydrostatic Loads | 静水圧付加への構造応答 | |
| (11) | Deflections | 撓み | |
| (12) | Local Structure | 局所構造 | |
| 5 | Concrete Structures | コンクリート構造 | 洋上構造物に適用される強化コンクリートとプレストレスコンクリート構造物の要求事項や基準が記述している。 |
| (1) | General | 一般 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (2) | General Design Criteria | 一般的設計基準 | |
| (3) | Design Requirements | 設計要件 | |
| (4) | Analysis and Design | 分析と設計 | |
| (5) | Design Details | 設計詳細 | |
| (6) | Construction | 建設 | |
| 6 | Foundations | 基礎 | 基礎構造に関して地質調査方法や設計要求事項、報告書記述事項や基礎種類ごとの要求事項が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Site Investigation | 現地調査 | |
| (3) | Foundation Design Requirements | 基礎設計要件 | |
| (4) | Pile Foundations | 杭基礎 | |
| (5) | Gravity Structures | 重力構造 | |
| 7 | Marine Operations | 海洋作業 | 洋上構造物や機器の輸送や設置に関して、安全や構造物の整合性にも配慮した解析方法や作成する文書等について記述されている。 |
| (1) | General | 概要 | |
| (2) | Documentation | 書類 | |
| (3) | Analysis | 解析 | |
| (4) | Fitness to Tow Certificate | 曳航証明書への適合 | |
| 4 Extension of Use and Reuse | | 利用と再利用の拡大 | |
| 1 | Extension of Use | 利用の拡大 | 設計寿命を超えたプラットホームの分類や延長利用に関する考え方が記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Extension of Use | 利用の拡大 | |
| 2 | Reuse | 再利用 | 再利用するために必要となる特別な配慮事項、調査方法、構造解析方法の考え方が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Removal and Reinstallation Operation | 削除と再設置作業 | |

表 2.2.7 Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Floating Production Systems
Designing, and Constructing Floating
Production Systems Floating Production Systems
API RECOMMENDED PRACTICE 2FPS FIRST EDITION, MARCH 2001
SECOND EDITION, OCTOBER 2011

資料の容量 :99 ページ

| | | タイトル | |
|---|---|---|---|
| | ABBREVIATIONS | 略語 | |
| | 1. PLANNING | 計画 | 本 RP の目的と範囲、法規、定義と用語、浮体生産システムの構成、インターフェース等が記述されている。 |
| 1 | Purpose and Scope | 目的と適用範囲 | |
| 2 | Applicable Codes and Standards | 概要する法規と規格 | |
| 3 | Definitions and Terminology | 定義と用語 | |
| 4 | Floating Production System Configuration | 浮体生産システム構成 | |
| | 2. CATEGORIZATION AND DESIGN CRITERIA | 分類と設計基準 | 浮体生産システム設計基準の選択に関して、分類、各種設計基準、事故、火災、突風荷重等考え方や指針が示されている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | General | 一般 | |
| 3 | Categorization | 分類 | |
| 4 | Design Criteria | 設計基準 | |
| 5 | Accidental, Fire, and Blast Loads | 事故、火災、突風荷重 | |
| | 3. FLOATING STRUCTURE DESIGN AND ANALYSIS COLUMN STABILIZED UNITS | 浮体構造設計とコラム安定型ユニットの解析 | 半潜水型から進化したコラム安定型浮体構造物のデッキや外殻構造の設計と解析について、一般的配慮事項、設計ケース、流体解析、構造解析等の基準に関する記述がされている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | General Sturctural Considerations | 一般的構造上の配慮事項 | |
| 3 | Design Cases | 設計ケース | |
| 4 | Global Response and Structrual Analysis | グローバル応答と構造解析 | |
| 5 | Structural Design-Hull | 構造的設計-船体構造 | |
| 6 | Fabrication Tolerances | 製作公差 | |
| 7 | Stability and Watertight Integrity | 安定と防水の整合性 | |
| | 4. FLOATING STRUCTURE DESIGN AND ANALYSIS - SHIP SHAPED | 浮体構造設計と解析ー船体形状 | 船体形状した浮体構造物の設計について、標準的な船舶の設計とは異なる事項を中心に記述がされており、設計の考え方、一般的構造上の配慮事項、設計ケース、構造設計として強度解析法の考え方、疲労解析法の考え方、安定の考え方、トランジットの考え方が示されている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | General Sturctural Considerations | 一般的構造上の配慮事項 | |
| 3 | Design Cases | 設計ケース | |
| 4 | Structural Design | 構造設計 | |
| 5 | Fatigue | 疲労 | |
| 6 | Weight and Stability. | 重量と安定性 | |
| 7 | Transit | トランジット | |
| 8 | Fabrication Tolerances | 製作公差 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 5. FLOATING STRUCTURE DESIGN AND ANALYSIS - SPAR | 浮体構造設計と解析－スパー | スパーの設計と解析について設計の考え方、一般的構造上の配慮事項、設計ケース、グローバル応答と構造解析方法、構造設計時の参考文献、製作公差、安定と防水の整合性について記述がされている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | General Sturctural Considerations | 一般的構造上の配慮事項 | |
| 3 | Design Cases | 設計ケース | |
| 4 | Global Response and Structrual Analysis | グローバル応答と構造解析 | |
| 5 | Structural Design-Spar Hull and Deck | 構造的設計-スパー外殻とデッキ | |
| 6 | Fabrication Tolerances | 製作公差 | |
| 7 | Stability and Watertight Integrity | 安定と防水の整合性 | |
| | 6. FLOATING STRUCTURE DESIGN AND ANALYSIS - OTHER HULLS | 浮体構造設計と解析－その他の外殻 | 上記の 3～5 に含まれていない浮体構造物の設計と解析について項目別に参照すべき基準と考え方が記述されている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | Structural Design Using Steel | 鋼を用いた構造設計 | |
| 3 | Fabrication Tolerances | 製作公差 | |
| 4 | Stability and Watertight Integrity | 安定と防水の整合性 | |
| 5 | System Safety and Loss Control | システムの安全性と損失管理 | |
| | 7. CONVERSION AND REUSE OF EXISTING FLOATING STRUCTURES | 変換と既存浮体構造の再利用 | 既存の浮体構造を変換したり再利用する場合の、生産サービスにおける既存浮体構造物の変換や選択に関連した特別な配慮事項等の手引きとして記述がされている。 |
| 1 | General | 一般 | |
| 2 | Design, Construction and Maintenance Standards | 設計、建設と維持規格 | |
| 3 | Pre-Conversion Structural Survey | 変換前の構造調査 | |
| 4 | Effect of Prior Service | 以前の運用の影響 | |
| 5 | Corrosion Production and Material Suitability | 腐食生成と材料適合性 | |
| 6 | Inspection and Maintenance | 点検整備 | |
| 7 | Hydrostatic Stability | 静安定性 | |
| | 8. STATION KEEPING AND ANCHORING SYSTEMS | 位置維持とアンカーシステム | 浮体構造物を特定の場所に維持するための位置保持に関する受動的係留システムや動的位置調整システム等の設計基準、解析方法や配慮事項等について記述されている。 |
| 1 | General | 一般 | |
| 2 | Differences Between FPS and MODU Mooring Systems | FPS とMODU 係留システムの差異 | |
| 3 | Design Criteria | 設計基準 | |
| 4 | Analysis Method | 解析方法 | |
| 5 | Innovative Deep Water Mooring Systems | 革新的深海係留システム | |
| 6 | Special Considerations for Mooring Design | 係留設計のための特別な配慮事項 | |
| | 9. WELL AND PRODUCTION FLUID CONTROL AND TRANSPORT SYSTEMS | 油井と生産流体制御と輸送システム | 油井と生産輸送システムに関する計画、設計、解析、コンポーネント選択や運用等に関する配慮事項等が記述されている。 |
| 1 | Purpose and Scope | 目的と適用範囲 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | General | 一般 | |
| 3 | Planning | 計画 | |
| 4 | Well Completion Procedures and Subsystems | 油井竣工手続きとサブシステム | |
| 5 | Flowpath Systems | 流路システム | |
| 6 | Control Systems, Lines and Fluids | 制御システム、ラインと流体 | |
| 7 | Template and Manifold Systems | テンプレートとマニホールドシステム | |
| 8 | Operation, Inspection and Maintenance | 運用、点検及び維持管理 | |
| 9 | Quality Assurance, Materials and Corrosion | 品質保証、材料と腐食 | |
| | 10. FACILITIES | 施設 | 施設の種類ごとに配慮すべき事項、参照すべき基準等が記述されている。 |
| 1 | Process Facilities | プロセス施設 | |
| 2 | Utility Systems | ユーティリティシステム | |
| 3 | Safety Systems | 安全システム | |
| 4 | Product Storage Facilities | 製品貯蔵施設 | |
| 5 | References | 参考文献 | |
| | 11. EXPORT SYSTEMS | 送出システム | 送出システムの基本的配慮事項、種類、設計上配慮事項やシステム別の配慮事項等が記述されている。 |
| 1 | Basic Considerations | 基本的配慮事項 | |
| 2 | Types of Export Systems | 送出システムのタイプ | |
| 3 | Export System Design Considerations | 送出システム設計の配慮事項 | |
| 4 | Riser and Pipeline Export | ライザとパイプライン送出 | |
| 5 | Alongside Transfer | 本船渡し転送 | |
| 6 | Tandem Transfer | タンデム転送 | |
| 7 | Separate Offloading Mooring System Transfer | 独立オフロード係留システム転送 | |
| | 12. FABRICATION, INSTALLATION AND INSPECTION | 成形加工、設置および検査 | 浮体構造物の成形加工、組み立て、輸送、設置、検査について一般的な配慮事項や構造的鋼部材毎の配慮事項、係留システム成形加工の参照基準、部品組立の参照基準、輸送、設置操作、検査試験の配慮事項が記述されている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | Structural Fabrication - Steel | 構造的成形加工 - 鋼 | |
| 3 | Mooring System Fabrication | 係留システム成形加工 | |
| 4 | FPS Component Assembly | FPS 部品組立 | |
| 5 | Transportation | 輸送 | |
| 6 | Installation Operations | 設置操作 | |
| 7 | Inspection and Testing | 検査と試験 | |
| | 13. MATERIALS, WELDING, AND CORROSION PROTECTION | 材料、溶接と防食 | 浮体構造物の設計と建設に適した特定の材料や溶接に関する参照すべき基準、鋼の防食基準、セメントグラウト等に関する記述がされている。 |
| 1 | Introduction | 初めに | |
| 2 | Steel | 鋼 | |
| 3 | Corrosion Protection | 防食 | |
| 4 | Cement Grout | セメントグラウト | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | Elastomeric Materials | ゴム状材料 | |
| | 14. RISK MANAGEMENT | リスク管理 | 浮体構造物に関するリスク管理としてその項目と定義、適用方法、リスク評価、リスク受容、リスク削減に関する記述がされている。 |
| 1 | General | 一般 | |
| 2 | Terms and Definitions | 用語及び定義 | |
| 3 | Applications to FPS | FPS への応用 | |
| 4 | References | 参考文献 | |

表 2.2.8 Rules for the Classification of Fixed Offshore Structures　　資料の容量 :107 ページ

| | | タイトル | 記述の概要 |
|---|---|---|---|
| 1. Classification registry and surveys | | 分類登録と調査 | |
| 1 | Classification registry | 分類の目的と条件 | 海洋構造物の建設から設置までの間の構造物の調査や記録基準について概念的に記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Character of classification | 分類の特徴 | |
| (3) | Classification survey during construction | 建設中の分類調査 | |
| (4) | Classification survey after construction | 建設後の分類調査 | |
| (5) | Certificates and reports | 証明書と報告書 | |
| (6) | Application for survey | 調査の申請 | |
| (7) | Cooperation duties of owner | 発注者の協力義務 | |
| (8) | Competence and duties of surveyor | 検査官の能力と職務 | |
| 2 | Surveys during construction | 建設から設置間の調査 | 海洋構造物の建設から設置までの間の構造物の調査や記録基準について概念的に記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Steel structures | 鋼構造 | |
| (3) | Concrete structures | コンクリート構造 | |
| 3 | Surveys after construction | 建設後の調査 | 洋上構造物の各種定期的調査の調査項目等の要求事項や調査項目、結果の報告等の記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Annual surveys | 年次調査 | |
| (3) | Special surveys | 特別調査 | |
| (4) | Continuous surveys | 連続調査 | |
| (5) | Alternations | 交代 | |
| (6) | Others | その他 | |
| (7) | Gauging | 計測 | |
| 4 | Extension of use and reuse | 利用と再利用の拡大 | 再利用するために必要となる特別な配慮事項、調査方法、構造解析方法の考え方が記述されている。 |
| (1) | Gauging | 計測 | |
| (2) | Reuse | 再利用 | |
| 2 Materials and welding | | 材料と溶接 | |
| 1 | Materials | 材料 | 洋上構造物の建設に用いられる鋼構造とコンクリート構造の材料に関する基準等の記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Structural steels | 構造用鋼 | |
| (3) | Materials for concrete construction | コンクリート構造材料 | |
| 2 | Welding | 溶接 | 鋼船の分級に関する要求事項と基準を満足するための鋼構造溶接についての計画、調査等の記述がされている。 |
| (1) | General | 概要 | |
| (2) | Welding works and inspection | 溶接工事と検査 | |
| 3. Design of structures | | 構造設計 | |
| 1 | Definitions and design documentation | 定義と設計書類 | 本基準に係わる用語の定義と設計文書が含むべき事項が記述されている。 |
| (1) | Definitions | 定義 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (2) | Design documentaion | 設計文書 | |
| (3) | Plans and other data | 計画と他のデータ | |
| 2 | Environmental conditions | 環境条件 | 洋上構造物の輸送、設置、建設時の設計に関する環境条件として、海洋の条件や気象条件、運用環境条件、適用基準等について記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Environmental factors | 環境要因 | |
| (3) | Environmental design criteria | 環境設計基準 | |
| (4) | Specific environmental condtion | 特定環境条件 | |
| 3 | Loads | 荷重 | 洋上構造物の施設の輸送中、輸送後、設置時における荷重の識別、定義や決定に関する記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Type of loads | 荷重の種類 | |
| (3) | Determination of environmetal loads | 環境負荷の決定 | |
| 4 | General design requirements | 一般的な設計必要条件 | 設計時に考慮すべき一般的な考え方や配慮事項の概要と、特に洋上構造物について配慮すべき事項が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Analytical approaches | 分析手法 | |
| (3) | Overall design considerations | 全体的設計上考慮事項 | |
| (4) | Considerations for particular types of structures | 特定構造体の考慮事項 | |
| 5 | Steel structures | 鋼構造 | 洋上構造物等の鋼構造物の一般設計基準、荷重条件、構造解析等に関する要求事項等が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | General design criteria | 一般的設計基準 | |
| (3) | Loading condtions | 設計要件 | |
| (4) | Structural analysis | 構造解析 | |
| (5) | Allowable stresses and load factors | 許容応力と荷重係数 | |
| (6) | Others | その他 | |
| 6 | Concrete structures | コンクリート構造 | 洋上構造物に適用される強化コンクリートとプレストレスコンクリート構造物の要求事項や基準、解析、設計、施工に関する記述がされている。 |
| (1) | General | 概要 | |
| (2) | General design criteria | 一般的設計基準 | |
| (3) | Design requirement | 設計要件 | |
| (4) | Analysis and design | 解析と設計 | |
| (5) | Design details | 設計詳細 | |
| (6) | Construction | 建設 | |
| 7 | Foundations | 基礎 | 基礎構造に関して地質調査方法や設計要求事項、報告書記述事項や基礎種類ごとの要求事項が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Site investigation | 現地調査 | |
| (3) | Foundation design requirement | 基礎設計要件 | |
| (4) | Pile foundation | 杭基礎 | |
| (5) | Gravity structure | 重力構造 | |
| 8 | Installation | 設置 | ジャケットの輸送、貨物バージからの移動、設置、プラットホームへの接続等に関するガイドと計算項目、手続き等について記述されて |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (1) | Guidance | ガイダンス | いる。 |
| (2) | Submission of calculation | 証明書の提出 | |
| 9 | Marine Operations | 海洋作業 | 洋上構造物や機器の輸送や設置に関して、安全や構造物の整合性にも配慮した作成文書、解析方法等について記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Documentation | 書類 | |
| (3) | Analysis | 分析 | |
| (4) | Fitness to tow certificate | 曳航証明書への適合 | |
| 4. Machinery installations | | 機械設備 | |
| 1 | Machinery installations | 機械設備 | プラットホームの機械設備の区分毎の計画と文書に関する要求事項が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Machinery installations | 機械設備 | |
| 2 | Pumps and piping systems | ポンプと配管系 | ポンプと配管系に関する用途別の計画等についての要求事項が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Pumps and piping systems | ポンプと配管系 | |
| 5. Electrical installations, safety features and fire protection | | 電気設備設置、安全性と消防体制 | |
| 1 | Electrical installations | 電気設備 | プラットホームの電気設備に関する計画、文書、一般的要求事項、非常時要求事項等が記述されている。 |
| (1) | General | 一般 | |
| (2) | Electrical installations | 電気設備 | |
| 2 | Safety features and fire protection | 安全性と消防体制 | 安全性と消防体制についての記述がされている。 |
| (1) | General | 一般 | |

（3）洋上風力発電関連資料

国外の関連法規についてを着床式と浮体式に該当するもので区別して考えた。(表 2.2.9)

表　2.2.9　着床式、浮体式の区分

| 資料名 | 出版元 | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|
| IEC 61400-3 Design Requirements for Offshore Wind Turbins | IEC 61400-3 | ○ | △ |
| Gudeline for the Certification of Offshore Wind Turbines | GL Wind | ○ | △ |
| Design of Offshore Wind Turbine Structure(DNV-OS-J101) | Det Norske Veritas(DNV) | ○ | △ |
| Guideline for offshore floating wind structyres | Det Norske Veritas(DNV) | △ | ○ |
| Recommendation for Technical Approval of Offshore Wind Turbines | The Danish Energy Agency | ○ | - |
| An Guide to an Offshore Wind Farm | The Crown Estate | ○ | - |
| Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbines | Bureau Veritas(BV) | - | ○ |
| Rules for the Classisication of Offshore Units | Burea Veritas (BV) | ○ | ○ |
| Rules for Building and Classing Offshore Installations | ABS Consulting(ABS) | ○ | △ |
| Planning Designing and Constructing Floating Production Systems | American Petroleum Institute(API) | - | ○ |
| Rules for the Classification of Fixed Offshore Structures | Korean Register(KR) | ○ | - |

○　：　該　当
△　：　要検討
―　：　関係なし

以下に「IEC 61400-3」と「An Guide to an Offshore Wind Farm」について区別し、主要項目とその概要を付記したものを示す。（表 2.2.10,11）

これらは洋上風力発電を対象に整備されており着床式については網羅されていると考えられる。浮体式についてはその支持構造物についての標準設計等が作成中であり、今後の整備が待たれるものである。

表 2.2.10　ＩＥＣ　61400-3 における項目区分

| | 内　　容 | 訳 | 概　　要 | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Scope | 適用範囲 | この規格は洋上風車の最低限の設計要求事項を概説することであり、完全な設計仕様又は取扱説明書を意図したものではない。 | ○ | - |
| 2 | Normative references | 引用規格 | 引用規格はこの文書に適用されることにより必須となる。 | ○ | - |
| 3 | Terms and definitions | 用語及び定義 | 用語及び定義 | ○ | - |
| 4 | Symbols and abbreviated terms | 記号及び略語 | 記号及び略語 | ○ | - |
| 5 | Pricipal elements | 主要要素 | 洋上風車の構造、機械、電気及び制御装置の安全性を達成するための工学的及び技術的要件を示す。 | ○ | - |
| 6 | External conditions | 外部条件 | 外部条件は、①通常外部条件（一般に再現性のある構造荷重条件)、②極値外部条件（稀な外部条件）に分類され、運転モードや他の設計条件における重要な組み合わせて適用されなければならない。 | ○ | - |
| 7 | Structual design | 構造設計 | 構造解析は ISO2394 に基づかなければならない。 | ○ | - |
| 8 | Control and protection sysytem | 制御及び保護システム | 洋上風車の運転と安全は IEC61400-1 に規定された要件を満たした制御及び保護システムにより運営されなければならない。 | ○ | - |
| 9 | Mechanical systems | 機械システム | 対象とする機械システムは静的部品、電気部品で構成されるシステムだけでなく動的システムも含む。 | ○ | - |
| 10 | Electrical system | 電気システム | 洋上風車の電気システム設備は、風車接続点を含む個々の洋上風車に設置された全ての電気設備が包括される。 | ○ | - |
| 11 | Foundation design | 基礎設計 | 洋上風車の基礎に関する設計は ISO 海洋構造設計規格又はその他の認められた海洋設計規格に従っ | ○ | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | て行わなければならない。 | | |
| 12 | Assessment of the external conditions at an offshore wind turbine site | 洋上風車サイトにおける外部条件の評価 | 洋上風車は、環境条件、電気的条件、洋上風車サイトの地震、海底地形及び土壌に関する条件を考慮しなければならない。 | ○ | - |
| 13 | Assembly, installation and erection | 組立、据付及び建設 | 洋上風車の製造業者は、風車構造や部品の設置に関する要件が記述された明確な設置手順書を用意しなければならない。 | ○ | - |
| 14 | Commissioning, operation and maintenance | 試運転、運転及び保守 | 試運転、操作、点検及び保守の手順は人員の安全を考慮した洋上風車取扱説明書に規定されなければならない。 | ○ | - |

○ ： 該 当
△ ： 要検討
－ ： 関係なし

表　2.2.11　THE CRPWN ESTATE　2010による項目区分

| | 内　　容 | 訳 | 概　　要 | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Introduction | はじめに | 2010 年時点の経験に基づく最新の技術をｶﾞｲﾄﾞﾌﾞｯｸとして整理。 | ○ | - |
| 2 | Development and consent | 開発と許認可 | 開発と許認可にはウインドファーム建設の確定注文を得るまでの業務範囲が含まれる。 | ○ | - |
| 3 | Wind turbine | 風車 | 風車は風のエネルギーを３相ＡＣの電気エネルギーに変換する。 | ○ | - |
| 4 | Balance of plant | その他設備 | ウインドファームに関する風力発電時以外の全ての設備を対象とする。 | ○ | - |
| 5 | Installation and commissioning | 建設と試運転 | 陸上･洋上の両作業を含む風車とその他全ての設備の建設と試運転。 | ○ | - |
| 6 | Operations and maintenance | 運転とメンテナンス | 最適出力を確保するため、ウインドファームの運転寿命の間、サポートを行う。 | ○ | - |
| 7 | Further assistance and infirmation | 更なる支援と情報 | | ○ | - |

○　：　該　当
△　：　要検討
－　：　関係なし

### 2.2.2　国内関連法規との整合･整理

以下の課題について調査を行い調査結果を作成する。

#### (1) 国内関連法規

風力発電設備に関する関連法規制としては以下のものがあげられる。（表 2.2.12）

表２．２.１２　風力発電に関する国内法規

| | |
|---|---|
| 電気関係法規 | |
| | 電気事業法 |
| | 電気設備に関する技術基準 |
| | 発電用風力設備に関する技術基準 |
| | 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン |
| 立地調査に関る法律 | |
| | 自然公園法 |
| | 自然環境保全法 |
| | 環境影響評価法 |
| | 森林法 |
| | 砂防法 |
| | 地滑り等防止法 |
| | 文化財保護法 |
| | 農地法 |
| | 農業振興地域の整備に関する法律 |
| | 国土利用計画法 |
| | 都市計画法 |
| | 国有財産法 |
| | 都市緑地法 |
| | 生産緑地法 |
| | 絶滅のおそれのある野生生物の種の保存に関する法律 |
| | 鳥獣保護及び狩猟に関する法律 |
| | 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律 |
| | 海岸法 |
| | 港湾法 |
| | 河川法 |
| 建設工事に関する法律 | |
| | 建築基準法 |
| | 道路法 |
| | 道路交通法 |
| | 電波法 |
| | 航空法 |

| | |
|---|---|
| | 消防法 |
| | 騒音規制法 |
| | 振動規制法 |
| | 景観法、景観条例 |

（NEDO：風力発電導入ｶﾞｲﾄﾞﾌﾞｯｸ　2008.2　他）

## （2）洋上風力発電対応国内関連法規

風力発電設備に関する関連法規制としてあげられたもので洋上風力発電に該当するものを抽出して整理したものを以下に示す。これらについては着床式に該当すると考えられるものと浮体式に該当するものに区別して示すものとする。また、洋上風力発電に該当しないと考えた法規制については、その理由についてを以下に示すものとする。（表 2.2.13）

表２．２.１３　洋上風力発電に関する国内法規

| | 関連法規 | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|
| 電気関係法規 | | | |
| | 電気事業法 | ○ | ○ |
| | 電気設備に関する技術基準 | ○ | ○ |
| | 発電用風力設備に関する技術基準 | ○ | ○ |
| | 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン | ○ | ○ |
| 立地調査に関る法規 | | | |
| | 自然公園法 | ○ | △ |
| | 自然環境保全法 | ○ | △ |
| | 環境影響評価法 | ○ | ○ |
| | 国有財産法 | ○ | ○ |
| | 絶滅のおそれのある野生生物の種の保存に関する法律 | ○ | ○ |
| | 鳥獣保護及び狩猟に関する法律 | ○ | ○ |
| | 海岸法 | ○ | - |
| | 港湾法 | ○ | ○ |
| | 河川法 | ○ | - |
| 建設工事に関する法規 | | | |
| | 建築基準法 | ○ | ○ |
| | 電波法 | ○ | ○ |
| | 航空法 | ○ | △ |
| | 消防法 | ○ | ○ |
| | 騒音規制法 | ○ | ○ |
| | 振動規制法 | ○ | ○ |
| | 景観法、景観条例 | ○ | ○ |

| | | |
|---|---|---|
| ○ | ： | 該　当 |
| △ | ： | 要検討 |
| － | ： | 関係なし |

関連法規制として洋上風力発電に該当しないものについては、原則として規制対象として洋上風力発電が設置される海域が規制の対象地域となるか否かを判断基準とした。

○　森林法　：　国土の土地（陸地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　砂防法　：　国土の土地（陸地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　地滑り等防止法　：　国土の土地（陸地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　文化財保護法　：　有形、無形の保護対象物を対象としている。砂嘴、海浜、島嶼を指定地としている場合もある。直接対象地となることは考えにくいが景観法に関連することは考えられる。

○　農地法　：　国土の農地（耕作地、採草地、放牧地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　農業振興地域の整備に関する法律　：　国土の農用地（耕作地、採草地、放牧地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　都市計画法　：　臨港地区が港湾法に関連したり、都市緑地法、生産緑地法との関連も考えられるが、海域が含まれるとは考えづらい。

○　都市緑地法　：　緑地に水辺地と周辺が含まれているが、緑地の保全と緑化の推進を定めた法であり、海域が含まれるとは考えづらい。

○　生産緑地法　：　農用地又は漁業に供されている湖沼を指すが、洋上風力発電の海域が含まれるとは考えづらい。

○　急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律　：　国土の土地（急傾斜地）を対象としており、海域は対象とならない。

○　道路法　：　橋と渡船施設は対象となるが現状では対象とならないと考える。

○　道路交通法　：　道路の交通と安全に供する法律であり、海域は対象にならない。

### 2.2.3　海域独自の安全基準の整理

洋上風力発電に関する法規制で海域に関する法規や船舶及び航行に関する法規としては以下のものがあげられる。

#### (1) 国内関連法規

海域に関する関連法規制としては以下のものがあげられる。（表 2.2.14）

表２．２.１４　海域に関する国内法規

| | |
|---|---|
| 海域関係法規 | |
| | 国有財産法 |
| | 港湾法 |
| | 港則法 |
| | 海岸法 |
| | 排他的経済水域及び大陸棚に関する法律 |
| 船舶関係法規 | |
| | 船舶法 |
| | 船舶安全法 |
| | 海上交通安全法 |
| | 海上衝突予防法 |
| | 航路標識法 |
| 水産関係法規 | |
| | 漁業法 |
| | 漁業漁場整備法 |
| | 水産資源整備法 |
| | 海洋水産資源開発促進法 |
| 環境関係法規 | |
| | 海洋汚染及び海上災害防止に関する法律 |
| | 瀬戸内海環境保全特別措置法 |

（2）洋上風力発電対応国内関連法規（海域独自）

海域に関する関連法規制としてあげられたもので洋上風力発電に該当するものを抽出して整理したものを以下に示す。これらについては着床式に該当すると考えられるものと浮体式に該当するものに区別して示すものとする。（表 2.2.15）

表２．２．１５　洋上風力に関する海域関係の国内法規

| | 関連法規 | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|
| 海域関係法規 | | | |
| | 国有財産法 | ○ | ○ |
| | 港湾法 | ○ | ○ |
| | 港則法 | ○ | ○ |
| | 海岸法 | ○ | - |
| | 排他的経済水域及び大陸棚に関する法律 | - | ○ |
| 船舶関係法規 | | | |
| | 船舶法 | ○ | ○ |
| | 船舶安全法 | ○ | ○ |
| | 海上交通安全法 | ○ | ○ |
| | 海上衝突予防法 | ○ | ○ |
| | 航路標識法 | ○ | ○ |
| 水産関係法規 | | ○ | - |
| | 漁業法 | ○ | ○ |
| | 漁業漁場整備法 | ○ | ○ |
| | 水産資源整備法 | ○ | ○ |
| | 海洋水産資源開発促進法 | ○ | - |
| 環境関係法規 | | | |
| | 海洋汚染及び海上災害防止に関する法律 | ○ | ○ |
| | 瀬戸内海環境保全特別措置法 | ○ | - |

○　：　該　当
△　：　要検討
－　：　関係なし

（3）洋上風力発電対応国内関連法規（従来規制＋海域独自）

風力発電設備に関する関連法規制のうち従来のものと、海域に関するもので洋上風力発電に該当するものを抽出して整理したものを以下に示す。これらについては着床式に該当すると考えられるものと浮体式に該当するものに区別して示すものとする。（表 2.2.16）

表２．２.１６　洋上風力に関する国内法規

| 関連法規 | | 着床式 | 浮体式 |
|---|---|---|---|
| 電気関係法規 | | | |
| | 電気事業法 | ○ | ○ |
| | 電気設備に関する技術基準 | ○ | ○ |
| | 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン | ○ | ○ |
| 立地調査に関る法規 | | | |
| | 自然公園法 | ○ | △ |
| | 自然環境保全法 | ○ | △ |
| | 環境影響評価法 | ○ | ○ |
| | 国有財産法 | ○ | ○ |
| | 絶滅のおそれのある野生生物の種の保存に関する法律 | ○ | ○ |
| | 鳥獣保護及び狩猟に関する法律 | ○ | ○ |
| | 海岸法 | ○ | - |
| | 港湾法 | ○ | ○ |
| | 河川法 | ○ | - |
| 建設工事に関する法規 | | | |
| | 建築基準法 | ○ | ○ |
| | 電波法 | ○ | ○ |
| | 航空法 | ○ | △ |
| | 消防法 | ○ | ○ |
| | 騒音規制法 | ○ | ○ |
| | 振動規制法 | ○ | ○ |
| | 景観法、景観条例 | ○ | ○ |
| 海域関係法規 | | | |
| | 国有財産法 | ○ | ○ |
| | 港湾法 | ○ | ○ |
| | 港則法 | ○ | ○ |
| | 海岸法 | ○ | - |
| | 排他的経済水域及び大陸棚に関する法律 | - | ○ |
| 関連法規 | | 着床式 | 浮体式 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 船舶関係法規 | | | |
| | 船舶法 | ○ | ○ |
| | 船舶安全法 | ○ | ○ |
| | 海上交通安全法 | ○ | ○ |
| | 海上衝突予防法 | ○ | ○ |
| | 航路標識法 | ○ | ○ |
| 水産関係法規 | | | |
| | 漁業法 | ○ | ○ |
| | 漁業漁場整備法 | ○ | ○ |
| | 水産資源整備法 | ○ | ○ |
| | 海洋水産資源開発促進法 | ○ | - |
| 環境関係法規 | | | |
| | 海洋汚染及び海上災害防止に関する法律 | ○ | ○ |
| | 瀬戸内海環境保全特別措置法 | ○ | - |

○ ： 該　当
△ ： 要検討
－ ： 関係なし

### 2.2.4　風車の技術開発動向

洋上風力発電の技術開発動向としてまとめられたものを以下に示す。（表 2.2.17）

表　2.2.17　洋上風力に関する技術的課題と開発事項

| 項目 | 技術開発テーマ | 技術的課題 | 技術開発 |
|---|---|---|---|
| 全般 | 洋上風力発電システムの実証試験 | 洋上風力発電の実証試験を実施し、各種の開発技術・施行方法等の検証を行う。 | 海上風、実証試験用風車の改良、設計。施行方法等。 |
| | 日本型洋上風力発電ガイドラインの策定 | 日本近海における海上風の特性を洋上風力発電施設の設計荷重に反映させて安全性と経済性の両立を図る。 | 洋上風力発電の設計規格を定める。 |
| | 洋上風力発電認証制度の確立 | 洋上風力発電の設計/製造/施工の妥当性評価が必要。 | 型式認証とﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ認証の制度を設ける。 |
| | 洋上風車専用施工機械(大型作業船)の開発 | 洋上風力発電施行のための大型作業船が必要。 | 事故昇降機、クローラクレーン搭載の大型作業船を建造する。 |
| 洋上風車本体＋支持構造 | 長大翼の開発 | 長大翼の開発に係る技術開発。新素材翼(CFRP)・翼塩害対策技術・落雷対策技術/空力弾性テーラリング翼/高剛性翼一体ハブ/デルタヒンジハブ等。 | 長大翼の開発に係る各要素技術時開発。 |
| | ナセル周りの開発 | ナセル周りの開発に係る技術開発。塩害・湿度対策技術/巨大構造物の製造組立技術。 | ナセル周りに係る各種要素技術開発。 |
| | 発電機の開発 | 発電機形式の開発に係る技術開発。性能向上・低廉な同期発電機/高圧直流発電機(HVDC)/超電導発電機。 | 低価格の同期発電機/新型高効率発電機(HVDC、超電導)の開発。 |
| | 遠隔監視システム・遠隔翼診断システムの開発 | 高信頼性センサーの開発を含め陸上風力発電施設の技術を改良する。 | 洋上向け仕様の高信頼性センサーの開発とシステム開発を行う。 |
| | 超大型風車の開発 | 洋上風力発電に係る経済性課題克服の一手法として風 | 5MW を超える洋上大型風車を開発する。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 車の大型化が必要。 | |
| 洋上風車本体＋支持構造 | 超電導貯蔵装置の開発 | 系統不安定化を克服するための新技術開発が必要。 | 超電導技術による電力貯蔵装置を開発する。 |
| | 連成振動予測技術開発。 | 支持構造物の設計に必要な基盤技術開発が必要。 | 基礎構造物/タワー下部に作用する波浪荷重と風車本体に作用する風荷重とロータ回転に伴う加振力を連成させた動的構造解析プログラムを開発。 |
| | 疲労照査技術開発。 | 支持構造物の設計に必要な基盤技術開発が必要。 | 風車運転に伴って鋼構造及びコンクリート構造に作用する長期的な繰り返し荷重に対する照査方法を確立。 |
| | 風車基礎の設計施工技術の開発 | 軟岩海底に適用するための杭基礎設計施工が未開発。<br>重力基礎：水深 10m以深を対象とした技術開発。<br>モノパイル基礎：直径 2m以上の施工法、施工機械の検討。<br>ジャケット基礎：水深 20～50m 程度の海域への適用を検討。 | 重力基礎：波浪荷重の低減を図ったコンパクトな形状と経済的な設計施工法を検討。<br>モノパイル基礎：大口径モノパイルの施工法、施工機械の検討。<br>ジャケット基礎：タワーとジャケット基礎、トラスタワーとジャケット基礎の合理的接合構造を検討、構造親和性の確認。 |
| | 洋上風車の施行技術の標準化 | 外洋　でのクレーン作業の実績が少なく、施行標準が必要。 | 波浪等の自然現象に対する作業限界や可動性を検討、洋上風力発電の施行標準を確立。 |

### 2.2.5　海外動向調査

（1）訪問先

本調査は、国外における洋上風力発電に係る規格および安全規制を中心とした動向の調査を目的とし、表 2.1 に示す日程、訪問先で調査を実施した。

なお、洋上風車に関する認証で実績の高い DNV（デット ノルスケ ベリタス）社にも訪問調査を依頼したが、担当者の日程が合わず実現しなかった。

表　2.1　海外動向調査訪問先

| 日時 | 訪問先 | 場所 | 担当者 | 訪問者（所属） |
|---|---|---|---|---|
| 2012 年<br>3 月 8 日～9 日 | IEC/TC88/MT1：Design Requirement for wind turbines（風車の設計要件） | ドイツ・ベルリン | B. Sundermann（会場ホスト） | 今村博（風力エネルギー研究所） |
| 3 月 19 日～22 日 | IEA Wind Task25：Grid Integration of Large Amount of Wind Power（風力の大量導入のための系統統合） | イタリア・ローマ | | 安田陽（関西大学） |
| 3 月 20 日～22 日 | IEC/TC88/PT3-2　：Design Requirement for floating offshore wind turbines（浮体式風車の設計要件） | アメリカ合衆国・ヒューストン | L. Sammuerson（PT3-2 セクレタリ） | 今村博（風力エネルギー研究所） |
| 3 月 27 日 | Germanisher Lloyd Renewable Certification（ドイツ船級協会再生可能認証） | ドイツ・ハンブルグ | Kimon Argyriadis and Axel Juhnke | 安田陽（関西大学） |
| 3 月 28 日 | TUV SUD（テュフズード） | ドイツ・ハンブルグ | Malte Lossin | 安田陽（関西大学） |

注：IEA（International Energy Agency, 国際エネルギー機関）, IEC（International Electrotechnical Commission, 国際電気標準会議）, TC88（Technial Committee 88）, Germanisher Lloyd（GL, ドイツ船級協会）, ABS（The American Bureau of Shipping, アメリカ船級協会）

表　2.2　Germanisher Lloyd（ドイツロイド船級協会）の概要

| | |
|---|---|
| 会社名 | Germanisher Lloyd AG |
| 社員数 | 約 7,000 名 |
| 事業所 | 80 カ国で 200 以上の事業所数 |
| 売上高 | 767 million EURO |
| 歴史・業務内容 | Germanisher Lloyd（GL）は、1867 年設立のドイツ・ハンブルグに本拠を置く第三者試験認証機関。船舶、石油ガスおよび再生可能エネルギー利用に関する認証、コンサルティングなどのサービスを行っている。<br>GL は風車に関するガイドラインを発行しており、世界の多くのメーカーの風車の型式認証の実績がある。<br>また、洋上風力に関しては、洋上のプロジェクト認証やリスク評価など、ドイツ 36、英国 10、その他 12 の計 58 のプロジェクトに対して実施している。 |

表　2.3　TUV SUD 社の概要

| | |
|---|---|
| 会社名 | TUV SUD |
| 社員数 | 約 14,000 名 |
| 事業所 | ヨーロッパ、アジア・パシフィック、北米地域などに 600 以上 |
| 売上高 | |
| 歴史 | テュフズードは、ドイツ・ハンブルグに本拠を置く第三者試験認証機関。「TUV」（テュフ）は、「Technischer Uberwachungs Verein」の頭文字で、日本語では「技術検査協会」を意味する。テュフズードの始まりは 19 世紀半ば（1866 年）に遡り、南ドイツに本拠を置く蒸気ボイラーの技術検査協会である。<br>テュフズードは、電気・電子機器、産業機械、医療機器、自動車、原子力発電施設、玩具、更に食品検査や環境保全に至るまでの幅広い分野において検査、トレーニング、認証、試験（ＣＴＣＴ）サービスを提供している。<br>風力分野では、型式認証、サイト認証、ウインドファーム認証およびデューディリジェンスなどに関するサービスを提供している。 |

表　2.4　ABS コンサルティング社の概要

| | |
|---|---|
| 会社名 | ABSG Consulting Inc. |
| 社員数 | 約 1,300 名 |
| 事業所 | 世界 30 カ国以上 |
| 売上高 | US$220,000,000 以上 |
| 歴史 | ABS Consulting は Houston, USA に本社を構え、American Bureau of Shipping（ABS）＜アメリカ船級協会-1862 年設立-＞傘下の企業。自然災害、人的災害の Risk Management Consultants 専門会社として、同部門の 2001 年度全米売上高ランク No.1である。2000 年 1 月に旧 EQE International Inc. (1981 |

| | |
|---|---|
| | 年設立)は ABS 傘下に入り、2001 年 7 月に旧 EQE International Inc と旧 ABS Group Inc が統合され、新生 ABS Consulting として再スタートしている。風力分野では、風車の安全管理、リスク管理およびデューディリジェンスなどに関するサービスを提供している。 |

（2）ヒアリング内容（GL および TUV SUD）

① 法規制

- 洋上風力に関する国内の安全規制の有無。ある場合の内容と実施方針および認証機関の役割
- 洋上風力発電所のすべての故障・事故の報告義務の有無および権限を持つ機関の有無。風力発電所の故障・事故情報の収集方法。
- 風力発電所には、少なくとも一名の主任電気技師が必要であるが、欧州の洋上風力発電所には、主任電気技師以外のライセンスを持つ専門家の必要性の有無。

② IEC/国内およびインタビュー機関との関係

- DNV とデンマーク標準を含むいくつかの国内規格では、洋上風車の安全性と電気システムに関する記述がないようであるが、欧州では、洋上風力発電所の安全性は IEC や GL 基準のみに準拠するのか。また、洋上風力発電の電気安全の国内規格がない理由。
- IEC 規格の取り扱い。他の標準（と規制）と比較して認証の安全要件に関する基本的な考え方。

③ その他一般

- 異なる種類の洋上風車の支持構造に対する扱いと、プロジェクト認証への影響。
- 洋上風車に関する課題と安全規制および規格/認証の今後の動向。
- ドイツの洋上プロジェクトの認証に関する課題。

**1　Regulation and legal issues**

1.1　Do you have domestic safety regulations for offshore wind plant?　What are the contents and implementation policy?　What are duties of a certification organization in that scheme?

1.2　Do you have any authorities that know all the incidents on wind power plants (including offshore)? Are reports of all the incidents in power plants mandatory by low?　How does your organization get incident information of wind power plants?

1.3　Conventional power plants need to have at least one licensed chief electric engineer. Do offshore wind plants need to have other kind of licensed specialist(s) by low in Europe?

**2　Relationship between IEC/domestic standards and GL/ TÜV SÜD**

2.1　Some domestic standards including DNV and Dansk Standard seem not to state on safety and electric system for offshore wind turbines.　Is the safety issue of offshore wind plants covered only by IEC and GL standards in Europe? Is there any reason of the absence of the domestic standards of electric safety for offshore wind turbines?

2.2 How do you treat of the IEC standard in your organization? What is a basic idea about the safety requirement on the certification comparing with other standards (and regulations)?

**3 General issue and others**

3.1 Offshore wind plants have and will have a lot of types according to their foundation structures. How does it and will it influence on the project certificate implementation?

3.2 What are the challenges and future trends of offshore wind plant safety regulations/standards/ certifications?

3.3 What are some hot issues in the German offshore projects on the certification?

（3）海外動向調査におけるヒアリング概要

① IEC/TC88/MT1（3月9日? 10日）

- MT1は2005年に発行されたIEC61400-1：Wind Turbines – Design requirements（風車の設計要件）第3版の改定作業のため、2011年12月より開始された作業部会である。61400-1は、基本的に陸上に設置された風車の設計用件を定めた規格であるが、洋上風車の設計要件であるIEC61400-3（2009）において引用されている。MT1には、日本から台風クラス、高乱流カテゴリ、台風による極値の評価方法および地震の評価方法を提案している。
- 台風などの熱帯性低気圧よる強風に関しては、米国、中国、台湾および韓国などで問題となっており、新しいクラスの追加については賛否があるものの、台風による極値の評価についてはその必要性について議論することとなった。また、地震についいも同様に、知見の深い日本提案をベースに議論が進むこととなった。
- また、寒冷地域のための風車クラスの提案もあり、IEC61400-1をより地域・サイトに適合させる方向性が論じられている。
- 本会議に出席していたDNVおよびTÜV SÜDからのエキスパートに訪問調査の依頼を行い。検討していただくことになった。（GLにはMT1に先立ち依頼済み。）

② IEA Wind Task25 (Grid Integration of Large Amount of Wind Power)（3月19日? 22日）

- 風力発電が大量に導入された系統の設計と運用に関する問題を学術的に調査する国際委員会であるが、必然的に洋上風力発電に関しても多くの調査事項を収集している。
- 系統連系の観点からは、大規模発電所としての洋上風力発電所のグリッドコード（系統運用規則）に強く関心がもたれている。具体的にはフォルトライドスルー（FRT）、無効電力補償、（必要に応じて、出力抑制を伴う）一次・二次予備力供給などが挙げられる。
- “North Sea Transnational Grid project”, “North Seas Countries' Offshore Grid Initiative”（NSCOGI）およびENTSO-Eの “Ten-Year-Network Development plan”（TYNDP）の計画案のプレゼンがあり、欧州のオフショアグリッドの必要性と実現可能性に関して議論がなされた。これらのオフショアグリッド構想は、単に洋上風力発電所と陸上を結ぶ送電「線」の集合体ではなく、北海・バルト海・アイリッシュ海を面的に網羅する広域の送電「網」を形成しており、その中でも洋上変電所の重要性（制御性、耐故障性、安全性など）に重きを置かれていることが伺われた。また、海底ケーブルに関しては、系統故障時の健全性確保のための冗長性に関して（およびそれに起因するコスト負担や環境影響に関して）多くの議論があった。

③ IEC/TC88/PT3-2（3月20日～22日）

- IEC/TC88/PT-3-2：Design requirement for floating offshore wind turbines（浮体式風車の設計要件）は、2011年9月より開始された新しいワーキングで、韓国船級協会（KR）のKim Mann-Eung氏が座長である。浮体式風車はまだ実証研究が始まったばかりではあるが、2012年末を目処に技術仕様書のCD（Committee Draft）版の作成を目指している。

- PT3-2 の前日に ABS Consulting 社による "Workshop: Design Challenges for Floating Wind Turbine Support Structures and Moorings"が開催された。
- このワークショップは浮体風車（FOWT）の荷重評価を中心とし、TA&R 669 "Floating Wind Turbines"の研究成果が紹介された。
- 主な発表内容は、FOWT の最新の動向、設計ガイドライン、IEC 61400-3 の荷重条件の評価や係留システムの評価に関するもので、アメリカの東海岸、西海岸およびメキシコ湾の気象・海象条件に関して、ハリケーンの影響も含めて調べるために、100 年再現期待値による荷重評価を行い、IEC61400-3 の 50 年再現期待値に対する部分安全率の妥当性について、スパー、セミサブおよび TLP を用いた感度解析による評価が紹介された。供試風車は NREL の 5MW モデルである。風車の運転条件は、カットイン、定格、カットアウトおよび 10 年、50 年および 100 年再現期待値風速である。解析結果は、メキシコ湾では、IEC61400-3 の部分安全率では不十分であることが示唆された。
- PT3-2 では、主に、荷重条件および外部条件の評価方法の検討に時間が割かれている。浮体式風車固有の条件の設定についても、支持構造の形式が多岐にわたることなどから、研究段階であることからも、審議に時間がかかるものと予想される。
- 日本からは、FOWT の設計荷重条件の評価、損傷時復元性、津波、地震および台風にｙほる強風の評価方法について提案および話題提供を行っている。浮体式に限らず着床式風車においても設計荷重条件が膨大であるため、最小の組み合わせについて議論がされているが、係留破断の条件など、浮体式固有の問題もある。

④ Germanisher Lloyd Renewable Certification（GL）（3 月 26 日）
- 事実上世界最大の認証機関であり、再生可能エネルギーの分野に関しては、GL 内でも "GL Garad Hassan"（コンサルタント）および "GL Renewable Certification"（認証）の部門が明確に分かれており、認証部門の独立性を保つため、両者の人事交流はないとのことである。
- ドイツ国内では、BSH（Bundesamt fu? Seeschifffahrt und Hydrographie, Federal Maritime and Hydrographic Agency）という政府機関が洋上風力発電に関する全てを監督しており、この機関に一切が集約されている。一方、陸上風車に関しては各州政府ごとに監督省庁が分かれており、手続きはより複雑なようである。（ドイツは連邦制のため地方自治が強く、一方海上は連邦政府が直轄する領域であるため、このような認可体制になっているものと推察される。）
- BSH は洋上風力発電に関する独自のガイドラインを発行しており（英語版: http://www.bsh.de/en/Products/Books/Standard/index.jsp）、ドイツ国内ではこのガイドラインを最優先で準拠しなければならない。このガイドラインで定められていないことに関しては、IEC や GL ガイドラインを準拠することもできる。どのガイドラインを選択すべきかは、GL などの認証機関が推奨したり決定したりするのではなく、その国の規制スキームに従って風車製造事業者もしくは発電事業者が決定することになっている。
- 浮体式洋上風車に対する GL のガイドラインは 2012 年末に刊行予定。浮体式に関してはさまざまな方式が考えられるが、選択肢が多いからといって特に大きな問題は発生していない。特殊な要件は Main Guideline ではなく、Technical note で対応する。技術の進

歩に対してはできるだけ早い改訂で対応する。

- GL ガイドラインは民間企業が定めるガイドラインであるという特徴もあり、改訂のスピードも早く、最新技術に素早く対応できている。また、IEC 61400-22 はまだ完璧でなく、完全なものになるまでにあと数年はかかるだろう。ただし、-22 は GL もメンバーとして入っており、GL の知見も最大限反映されている。時間差はあるものの両者の間に大きな矛盾があるわけではない。
- 電気主任技術者などのライセンス保有者の配置は、特にドイツ国内では法的にも認証的にも求められていない。ドイツでは「誰がその文書を書いたのか？」よりも「その文書に何が書かれているか？」が重視される。但し、他の欧州諸国ではその度合いは若干異なり、例えばギリシャなどではライセンス保有者が重用視される場合もある。
- 風車の事故に関する情報を管理する団体はドイツ国内にはない。風車製造時業者、発電事業者ごとにその情報は蓄積されているだろうが、GL もその一部しか得ておらず、その殆どが非開示契約を結んでいる。
- 今後注目されるトピックスとしては、浮体構造、着氷や熱帯低気圧などの地域ごとの問題、建設工程の最適化。これらはまだ知見が蓄積されていないため、着目していかなければならない。また、グリッドコード遵守に関心を持っている。特にケーブル敷設に関しては、建設期間や許認可期間も含め非常に長い期間となり今後より複雑になるものと予想される。グリッドコードに関する認証は、発電事業者と系統運用者との橋渡し役となり、許認可手続きの簡素化に貢献できると考えている。
- 認証にかかるコストは、プロジェクト全体からすれば多くない。規格やガイドラインが複雑になるにつれ認証コストも高くなる傾向だが、認証を無視することはできない。市場が適切であれば認証コストは全体からすれば安いものとなる。

⑤ TUV SUD（3 月 27 日）

- BSH のガイドラインに関しては、GL で受けた説明と同じ。なお、今回のインタビュー対象者である Malte Lossin 氏は BSH の委員会にも参加しており、認証機関の知見が最大限反映されているようである。
- TÜV が認証を行う場合は、基本的に BSH ガイドラインに準拠する。ただし、必要な場合は顧客（風車製造事業者、風力発電事業者）の要求により、BSH だけでなく IEC や GL のガイドライン、あるいは他国の文書を使うこともある。
- ドイツの洋上風力発電の場合、TÜV や GL などの認証機関による認証と、BSH の認可の 2 つのプロセスによって安全性が担保されている。認証機関は許認可に関するアドバイスはしないが、きちんと認証を受けたものであれば、安全性に関しては BSH の認可時に大きな問題が発生することはほとんどない（事業採算性の問題で中止勧告を受けたケースがあるらしい）。
- 事故情報に関しては、洋上風車に限っていえば恐らく BSH が全ての情報を集約している。但し非公開。陸上風車に関しては、各州政府がまとめているかもしれないが、ドイツ全体ではわからない。
- ライセンス保有者に関しては、GL の説明と全く同様。ドイツでは認証スキームによって安全性が補償されているため、現場の技術者がライセンスを保有しているかどうかは

重要な事項ではない。

- 今後関心のあるトピックスとしては、浮体構造、新しい風車技術、洋上変電所、グリッドコード、極値的環境での破壊解析。特にグリッドコードに関して認証は、発電事業者と系統運用者との橋渡し役となり、許認可手続きの簡素化に貢献できると考えている。また、規格の国際的な受容性に関して非常に関心を持って調査している。その点で日本と今後も情報交換できれば大変ありがたい。
- 認証にかかるコストは、多くても全体の 5%程度。適切な認証スキームはプロジェクト全体のコストを下げることに貢献する。

（4）IEC WG3-1/PT3-2 における安全に関する検討事項

IEC 61400-3、Wind turbines - Part 3: Design requirements for offshore wind turbines は、およそ 10 年の審議の後、2009 年 2 月に制定されたものである。IEC 61400-3 第 1 版は，88/308/CDV[1]：IEC 61400-3, Ed.1 Wind turbines - Part 1: Design requirements for offshore wind turbines として 2008 年 1 月 11 日期限で CDV 投票、さらに 2008 年 12 月 19 日期限で FDIS[2] 投票が行われて、賛成 22、反対 0 および棄権 6（2008 年 12 月 26 日付 88/338/RVD[3]文書）で認証された。

国内対応委員会である洋上風車設計要件分科会では、IEC 文書の JIS 化にあたり、当初、これまでの慣例通りに技術的内容及び対応国際規格の構成を変更することなく国際一致規格を作成することを目的として策定作業が進められた。しかし、審議を進める中で、IEC 61400-3 第 1 版に記述されている設計方法は欧州からのデータに基づいているため、当該規格に記述された設計方法をより適用範囲を適切なものとし、また、ISO 21650: 2007「沿岸構造物に対する波と潮流の作用」との整合性を持たせるため、修正が必要との意見が出され修正案が作成された。この修正案は、2010 年 3 月に Boulder で開催された IEC/TC88 委員会において、現行の IEC 61400-3 第 1 版に対する改訂案として提出された。この改訂案は、その後、2010 年 12 月 10 付けで英国・デンマーク・日本による共同提案文書 88/388/Q[4] の一部として採用された。2011 年 1 月 21 日締め切りの各国投票結果（88/405/RQ[5]文書）は賛成 19、反対 1 および棄権 15 により正式に改訂作業が開始されることとなった。WG3-1 の座長は GL Garrad Hassan 社（英国）の Tim Camp 氏、副座長は DONG Energy 社（デンマーク）の Niels Jacob Tarp-Johansen 氏、書記は Massachusetts 大学（米国）の James Manwell 教授である。

2011 年 5 月にブリストルで IEC61400-3 の第 2 版への改正に向けたキックオフ会議が開催され、日本から 2 名のエキスパートが参加した。会議では、改正作業の分担が行われ、日本が改正提案できる波及び風の極値推定法や極値有義波高についての文書作成の担当となった。その後、およそ 6 ヶ月ごとに会議が開催され、CD 初版を 2013 年の第二四半期に出す予定で作業が進められている。表 2.5 に WG3-1 の開催スケジュールを示す。

WG3-1 と同時期に、浮体式風車に関する作業部会 IEC/TC88/PT3-2 も 2011 年 9 月から開催されている。浮体式洋上風車の設計要件は韓国による提案であり、韓国船級協会（KR）の Kim Mann-Eung 氏が座長、ABS Consulting 社（米国）の Lars H. Samuelsson 氏が書記である。PT3-2 にはデンマークからは参加していない。

韓国による原案は、IEC61400-3 や ISO および API など他の規格からの引用が多いが、浮体固有の外部条件や荷重条件の設定については、まだ研究段階であることから、審議に時

[1] CDV： Committee Draft for Voting の略
[2] FDIS： Final Draft International Standard の略
[3] RVD： Result of voting on FDIS
[4] Q： Questionnaire の略
[5] RQ： Result of questionnaire の略

間を要するものと考えられる。なお、CD 初版を 2012 年末までに出す予定としている。表 2.6 に IEC/TC88/PT3-2 の開催スケジュールを示す。

以下では、WG3-1 および PT3-2 で検討・審議されている主に安全に関する事項を記載する。

表　2.5　IEC TC88/WG3-1 開催スケジュール

| 開催場所（国） | 期間 | 日本出席者 | 議題，等 |
|---|---|---|---|
| ブリストル（英国） | 2011 年<br>5 月 17 日から 5 月 18 日 | 今村（WEIT），長谷川（MHI） | IEC 61400-3 Ed.1 の改正方針の審議 |
| アムステルダム（オランダ） | 2011 年<br>12 月 1 日から 12 月 2 日 | 今村（WEIT），永井（PARI） | IEC 61400-3 Ed.1 の改正方針の審議，日本案提出 |
| コペンハーゲン（デンマーク） | 2012 年<br>4 月 19 日から 4 月 20 日 | 今村（WEIT），山口（東大） | IEC 61400-3 Ed.1 の改正方針・改正案の審議，日本担当分報告 |
| ボストン（米国） | 2012 年<br>9 月または 10 月の予定 | 未定 | IEC 61400-3 Ed.1 の改定案の審議，日本担当分報告 |
| 未定（日本） | 2012 年<br>4 月開催予定 | 未定 | IEC 61400-3 Ed.1 の改定案の審議，日本担当分報告 |

表　2.6　IEC TC88/WG3-1 開催スケジュール

| 開催場所（国） | 期間 | 日本出席者 | 議題，等 |
|---|---|---|---|
| チェジュ島（韓国） | 2011 年<br>9 月 20 日から 9 月 21 日 | 鈴木（東大），井上（NMRI），永井（PARI），吉田（NK）他 | IEC 61400-3 -2 Ed.1 の策定方針の審議 |
| アムステルダム，ユトレヒト（オランダ） | 2011 年<br>12 月 5 日から 12 月 6 日 | 鈴木（東大），井上（NMRI），永井（PARI），吉田（NK），山口（東大） | IEC 61400-3 -2 Ed.1 の策定方針の審議 |
| ヒューストン（米国） | 2012 年<br>3 月 21 日から 3 月 22 日 | 鈴木（東大），井上（NMRI），赤星（NK），今村，戸塚（WEIT） | IEC 61400-3 -2 Ed.1 の策定方針の審議 |
| ボストン（米国） | 2012 年<br>9 月または 10 月の予定<br>（WG3-2 と同時期開催） | 未定 | IEC 61400-3 -2 Ed.1 の策定方針の審議 |

**（5）安全に関する主な検討事項**

**船の衝突（着床式洋上風車）**

- IEC61400-3 **には、**“ 7.4.8 **輸送、組立、保守及び修理** ” **において、**“ **作業船の最大寸法及び作業線が洋上風車に接岸する場合の限界外部条件を、設計者が記載する。設計者は、支持構造物に接触する作業船に** 0.5m/s **の速度で接触する以上の衝撃を考慮しなければならない。**” **との記載がある。**
- **船の衝突に関する条件の追加に関して議論されている。**DNV **より、作業船が支持構造に衝突した場合の荷重条件の設定方法について提案が出されている。作業船にフェンダーが設けられている場合や操船者の熟練度などに応じて、船長判断により、より早い近寄り速度で支持構造にアプローチすることで支持構造に大きな荷重が加わる懸念があり、通常荷重条件として定義すべきであるが、一方で、作業船や大型船による荷重はアクシデンタルな条件であり、保険でカバーする範疇のため必要ないとの意見も出されている（「作業船は支持構造に衝突してはならない」等の記載で十分）。また、作業船が衝突する場合、水平方向荷重のみならず、波の上下運動による垂直方向荷重も重要であることが指摘されている。**
- **船の衝突については、**IMO code **に数値が与えられているが、**61400-3 **に記載するにあたっては、①どの程度のダメージを許容するのか、②どの程度の重量の船を想定するのか、および③どの支持構造（モノパイル/ジャケット）を対象とするのか議論する必要がある。また、支持構造に対しても、主要構造か二次構造部材を対象とするのかで異なる。**

衝突損傷時復元性 浮体式洋上風車）

- **浮体式風車の区画が何らかの損傷により深水した場合の復元性についてい審議が行われている。**MODU code **の考え方では、損傷時復元性の評価のために、どの状態が極限状態かをチェックする必要がある。しかし、浮体式風車は基本的に無人の施設であり、基本損傷時復元性を考える必要はないとの考えもある。**
- **浮体式風車では他に、係留の破断事における安全性の評価など、着床式とは異なる条件を考慮する必要があり、審議中である。**

台風による極値? および極値波高 着床式/浮体式風車）

- **熱帯性低気圧による強風および波浪の評価は、**WG3-1 **および** PT3-2 **において議論されている。また、同時期に改訂作業が開始された、**IEC/TC88/MT1（61400-1 Ed.3（2005）：Wind turbines – Design requirements（**風車の設計要件）の改訂作業）においても、所謂、台風クラスおよびその評価方法が審議されるなど、国際的な関心事項になっている。**MT1 **では地震荷重の評価についても日本から提案を行っており、審議中である。**
- **各作業部会の審議を経て、強風に関しては、**MT1 **で審議されることが決まり、ここには、日本から、熱帯性低気圧による強風クラスおよびシミュレーションによる評価方法の提案を行っている。また、熱帯性低気圧による波浪については、風と同様に、シミュレーションによる評価方法を提案する予定となっている。**

## （6）まとめ

ドイツの第三者認証機関の調査や IEC/IEA の国際会議において情報収集し、洋上風力発電所の安全などに関して、下記のような点が明らかとなった。

① ドイツにおける洋上風力発電所の基準

- ドイツ国内では、BSH（Bundesamt fur? Seeschifffahrt und Hydrographie, Federal Maritime and Hydrographic Agency）という政府機関が洋上風力発電に関する全てを監督しており、この機関に一切が集約されている。
- BSH は洋上風力発電に関する独自のガイドラインを発行しており、ドイツ国内ではこのガイドラインを最優先で準拠しなければならない。このガイドラインで定められていないことに関しては、IEC や GL ガイドラインを準拠することもできる。
- ドイツの洋上風力発電の場合、TÜV や GL などの認証機関による認証と、BSH の認可の 2 つのプロセスによって安全性が担保されている。

② ドイツにおける主任電気技術者

- 電気主任技術者などのライセンス保有者の配置は、特にドイツ国内では法的にも認証的にも求められていない。但し、他の欧州諸国ではその度合いは若干異なり、例えばギリシャなどではライセンス保有者が重用視される場合もある。

③ 系統連系

- 大規模発電所としての洋上風力発電所のグリッドコードに関して、フォルトライドスルー（FRT）、無効電力補償、（必要に応じて、出力抑制を伴う）一次・二次予備力供給などが議論されている。
- 洋上変電所の重要性（制御性、耐故障性、安全性など）、海底ケーブルに関しては、系統故障時の健全性確保のための冗長性に関して議論されている。

④ 事故情報

- 事故情報に関しては、洋上風車に限っていえば恐らく BSH が全ての情報を集約している。

⑤ IEC

- 61400-3（着床式の規格）が改訂作業中、浮体式の技術文書が作成作業中である。

⑥ 今後の動向

浮体構造、新しい風車技術、洋上変電所、グリッドコード、着氷や熱帯低気圧などの地域ごとの問題、建設工程の最適化などの対応が議論されている

# 第 3 章　洋上風力発電に係る電気事業法に基づく技術基準を中心とした安全規制の妥当性評価および今後新たに規定すべき事項の詳細検討項目の抽出

## 3.1　電気事業法に基づく風力発電に係る現行技術基準等についての洋上風力発電に対する妥当性評価

### 3.1.1　電気事業法に基づく風力発電に係る現行基準

洋上風力発電に係る電気事業法における安全規制を考える場合、この安全規制とは電気保安との位置づけとなり、関連する法律、政令、省令は以下のもの対象となる。

法　律　：　電気事業法

政　令　：　電気事業法施行令

省　令　：　電気事業法施行規則
電気事業法の規定に基づく主任技術者の資格等に関する省令
電気設備に関する技術基準を定める省令
発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

(1) 電気事業法と関連規定

電気事業法においては、事業用電気工作物に対して「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用風力設備の技術基準の解釈について」並びに「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「電気設備の技術基準の解釈」への適合が求められている。併せて風力発電所の設置、変更工事を行う際の法手続きとして「保安規定の作成」（電気事業法 42 条）、「電気主任技術者の選任・委託」（電気事業法 43 条）、「工事計画の作成・届出」（電気事業法 48 条）、「使用前安全管理検査」（電気事業法 50 条）についても求められている。

(2) 電気事業法(昭和 39 年 7 月 11 日、法律 121 号)及び電気事業法施行規則(平成 7 年 10 月 18 日、省令 77 号)

①法律・制度の目的

電気事業の運営を適正化かつ合理的ならしめることによって、電気使用者の利益を保護し及び電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによって、公共の安全を確保し、環境の保全を図る。

②法律・制度の概要

本法は、電気事業の許可(第 3 条)、供給義務(第 18 条)、電気工作物の技術基準への適合(第 39 条～第 41 条)、保安規程(第 42 条)、事業用電気工作物の環境影響評価の規定(第 46 条の 2)、事業用電気工作物の工事計画及び検査(第 47 条～第 55 条)等について定めている。

③政省令

電気事業法施行令(昭和 40 年 6 月 15 日、政令第 206 号)

電気事業法施行規則(平成 7 年 10 月 18 日、省令 77 号)

④規制の概要

一定規模以上の事業用電気工作物については、工事計画の届出を行うとともに使用の開始前に自主検査を行い、経済産業大臣又は経済産業大臣の指定する者(指定安全管理審査機関)による使用前・溶接・定期安全管理審査等を受審しなければならない(第 47 条～第 55 条)。

⑤最近の法令等改正の要点

平成 11 年 8 月に、近年の技術の進歩や事業者による自主的な保安確保への取組等の環境変化を踏まえ、現状の安全水準を確保しつつ、官民の役割分担を見直し、自己責任を原則とした保安規制の大幅な改正が行われた(平成 12 年 7 月施行)。

a.政府許可から自己確認への移行

b.事業用電気工作物設置者における自主検査の実施に係る体制について審査する仕組みの導入

c.指定代行機関の活用及び民間企業の参入

⑥概要

風力発電所の建設に対する電気関係の法令は電気事業法が基本となり、同法に基づく電気事業法施行規則とで風力発電設備建設に必要な手続きが定められている。

関係条文を表 3.1.1 に示す。

### (3) 保安規定の作成

電気事業法第 42 条、電気事業法施行規則第 50 条には「保安規程の作成」についての記載がある。

表　3.1.1　電気事業法関係条文

| 法規名・条項 | 遵守内容（抜粋） |
|---|---|
| 法第 42 条<br>規第 50 条<br>保安規定 | 事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、経済産業省令で定めるところにより、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における事業用電気工作物の使用(第 50 条の 2 第 1 項又は第 52 条第 1 項の自主検査を伴うものにあっては、その工事)の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない。 |
| 2 | 事業用電気工作物を設置する者は、保安規程を変更したときは、遅滞なく、変更した事項を経済産業大臣に届け出なければならない。 |
| 3 | 経済産業大臣は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため必要があると認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、保定規程を変更すべきことを命ずることができる。 |
| 4 | 事業用電気工作物を設置する者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。 |
| (規第 50 条) | 保安の確保を目的として定められる保安規程には、電気工作物の工事、維持及び運用に関する次の事項について定めなければならない。なお、発電所出力が 20kW 未満は保安規程の届出は不要。<br>業務を管理する者の職務及び組織に関すること。<br>従事する者に対する保安教育に関すること。<br>保安のための巡視、点検及び検査に関すること。<br>運転又は操作に関すること。<br>発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。<br>災害その他非常の場合にとるべき措置に関すること。<br>保安についての記録に関すること。<br>電気工作物の法定自主検査に係る実施体制及び記録の保存に関すること。<br>その他電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項。 |
| | |

(4) 電気主任技術者の選任、保安管理業務の委託契約

電気事業法第 43 条、電気事業法施行規則第 52 条には「電気主任技術選任」についての記載がある。関係条文を表 3.1.2 に示す。

表　3.1.2　主任技術者選任関係条文

| 法規名・条項 | 遵守内容（抜粋） |
| --- | --- |
| 法第 43 条<br>規第 52 条<br>主任技術者 | 事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、経済産業省令で定めるところにより、主任技術者免状の交付を受けている者のうちから、主任技術者を選任しなければならない。 |
| 2 | 自家用電気工作物を設置する者は、前項の規定にかかわらず、経済産業大臣の許可を受けて、主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる。 |
| 3 | 事業用電気工作物を設置する者は、主任技術者を選任したとき(前項の許可を受けて選任した場合を除く。）は、遅滞なく、その旨を経済産業大臣に届け出なければならない。これを解任したときも、同様とする。 |
| 4 | 主任技術者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督の職務を誠実に行わなければならない。 |
| 5 | 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に従事する者は、主任技術者がその保安のためにする指示に従わなければならない。 |
| (規第 52 条) | 発電所出力が 20kW 未満は主任技術者の選任は不要。<br>発電所出力が 20kW 以上 1000kW 未満、かつ電圧 7000V 以下は電気主任技術者を選任しないことができる(不選任承認申請)。<br>上記以外は主任技術者の選任届出。 |

主任技術者を選任すべき事業場の種類については表3.1.3のとおりである。

表　3.1.3　対象事業所と選任技術者

| 事業場の種類 | | 主任技術者 |
|---|---|---|
| 建設現場 | ①水力発電所の工事のための事業場（水力発電所建設現場） | 電気主任技術者<br>ダム水路主任技術者 |
| | ②火力発電所（内燃機関を原動力とするものを除く)、原子力発電所又は燃料電池発電所の設置の工事のための事業場 | 電気主任技術者<br>ボイラー・タービン主任技術者 |
| | ③燃料電池発電所、変電所又は送電線路又は需要設備の設置の工事のための事業場 | 電気主任技術者 |
| 保安管理の事業場 | ④水力発電所であって、高さ 15m以上のダム若しくは圧力 329kPa（4kg/cm2）以上の同水路、サージタンク若しくは放水路を有するもの又は 15m以上のダムの設置の工事を行うもの。 | ダム水路主任技術者 |
| | ⑤火力発電所(内燃力を原動力とするもの及び出力 1 万 kW 未満のガスタービンを原動力とするものを除く)及び燃料電池発電所 | ボイラー・タービン主任技術者 |
| | ⑥原子力発電所 | 電気主任技術者<br>ボイラー・タービン主任技術者 |
| | ⑦発電所(原子力発電所を除く)、変電所、需要設備又は送電線路若しくは配電線路を管理する事業場を直接統轄する事業場 | 電気主任技術者<br>ダム水路主任技術者（直接統轄する発電所のうち④の水力発電所以外の水力発電所がある場合のみ）<br>ボイラー・タービン主任技術者(直接統轄する発電所のうち⑤のガスタービン発電がある場合のみ) |

(5) 工事計画の作成

電気事業法第 48 条、電気事業法施行規則第 65 条には「工事計画」についての記載がある。関係条文を 3.1.4 に示す。

表　3.1.4　工事計画関係条文

| 法規名・条項 | 遵守内容（抜粋） |
|---|---|
| 法第 48 条<br>工事計画 | 事業用電気工作物の設置又は変更の工事(前条第 1 項の経済産業省令で定めるものを除く。) であって、経済産業省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画を経済産業大臣に届け出なければならない。その工事の計画の変更(経済産業省令で定める軽微なものを除く。) をしようとするときも、同様とする。 |
| 2 | 前項の規定による届出をした者は、その届出が受理された日から 30 日を経過した後でなければ、その届出に係る工事を開始してはならない。 |
| (規第 65 条) | 出力 500kW 以上の風力発電所は工事計画の届出が必要。また、送電線路及び変電所においては 17 万 V 以上の設備の設置は届出が必要。 |

設置工事の認可と届出については表３．１.５のとおりとなる。

表　３.１.５　届出要件表

| 工事の種類 | | 認可を要するもの | 事前届出を要するもの |
|---|---|---|---|
| 発電所 | ①水力発電所 | ― | すべてのもの |
| | ②汽力発電所 | ― | すべてのもの |
| | ③ガスタービン発電所 | ― | 出力 1000kW 以上 |
| | ④内燃力発電所 | ― | 出力 10000kW 以上 |
| | ⑤燃料電池、太陽電池、風力の各発電所 | ― | 出力 500kW 以上 |
| | ⑥原子力発電所等(①～⑤以外) | すべてのもの | ― |
| | ⑦２以上の原動力をもつ火力発電所 | ― | すべてのもの |
| | ⑧その他の発電所の送電連系遮断器 | ― | 300kV 未満 |
| 変電所 | | ― | 電圧 170kV 以上の変電所の設置 |
| 送電線路 | | ― | 電圧 170kV 以上の送電線路又は電圧 170kV 以上の電気鉄道用送電線路の設置 |
| 電力用保安通信設備 | | 電圧 100kV 以上の送電線路（電気鉄道用送電線路を除く）の維持のための保安通信設備又は電気事業の用に供する電圧 100kV 以上の電力系統の運用のための保安通信設備の設置 | 電圧 50kV 以上 100kV 未満の送電線路若しくは電圧 100kV 以上の電気鉄道用送電線路の維持のための保安通信設備又は電気事業の用に供する電圧 50kV 以上 100kV 未満の電力系統の運用のための保安通信設備の設置 |
| 需要設備 | | | 最大電圧 1000kW 以上のもの又は受電電圧 10kV 以上の需要設備の設置 |

(6) 使用前安全管理検査

電気事業法第 50 条、電気事業法施行規則第 73 条には「使用前安全管理検査」についての記載がある。関係条文を表３．１.６に示す。

表　3.1.6　使用前安全管理検査

| 法規名・条項 | 遵守内容（抜粋） |
|---|---|
| 法第 50 条 2<br>規第 73 条 7<br>使用前安全管理検査 | 第 48 条第 1 項の規定による届出をして設置又は変更の工事をする事業用電気工作物(その工事の計画について同条第 4 項の規定による命令があつた場合において同条第 1 項の規定による届出をしていないもの及び第 49 条第 1 項の経済産業省令で定めるものを除く。)であって、経済産業省令で定めるものを設置する者は、経済産業省令で定めるところにより、その使用の開始前に、当該事業用電気工作物について自主検査を行い、その結果を記録しておかなければならない。 |
| 2 | 前項の検査(以下「使用前自主検査」という。)においては、その事業用電気工作物が次の各号のいずれにも適合していることを確認しなければならない。<br>その工事が第 48 条第 1 項の規定による届出をした工事の計画(同項後段の経済産業省令で定める軽微な変更をしたものを含む。)に従って行われたものであること。<br>第 39 条第 1 項の経済産業省令で定める技術基準に適合するものであること。 |
| 3 | 使用前自主検査を行う事業用電気工作物を設置する者は、使用前自主検査の実施に係る体制について、経済産業省令で定める時期(第 7 項の通知を受けている場合にあっては、当該通知に係る使用前自主検査の過去の評定の結果に応じ、経済産業省令で定める時期)に、経済産業大臣又は経済産業大臣が指定する者が行う審査を受けなければならない。 |
| 4 | 前項の審査は、事業用電気工作物の安全管理を旨として、使用前自主検査の実施に係る組織、検査の方法、工程管理その他経済産業省令で定める事項について行う。 |
| 5 | 第 3 項の経済産業大臣が指定する者は、同項の審査を行つたときは、遅滞なく、当該審査の結果を経済産業省令で定めるところにより経済産業大臣に通知しなければならない。 |
| 6 | 経済産業大臣は、第 3 項の審査の結果(前項の規定により通知を受けた審査の結果を含む。)に基づき、当該事業用電気工作物を設置する者の使用前自主検査の実施に係る体制について、総合的な評定をするものとする。 |
| 7 | 経済産業大臣は、第 3 項の審査及び前項の評定の結果を、当該審査を受けた者に通知しなければならない。 |

以下の関係規則、基準の条項を以降に示す。

○法律：電気事業法（昭和 39 年、法律第 170 号）

○政令：電気事業法施行令（昭和 40 年、政令第 206 号）

○省令：電気事業法施行規則（平成 7 年、通商産業省令第 77 号）

○省令：電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年 3 月 27 日、通商産業省令第 52 号）

○省令：発電用風力設備に関する技術基準を定める省令(平成 9 年 3 月 27 日、通商産業省令第 53 号）

○省令：電気事業法の規定に基づく主任技術者の資格等に関する省令（昭和 40 年 6 月 15 日、通商産業省令第 52 号）

○　電気設備の技術基準の解釈（平成 23 年 7 月 1 日改正、原子力安全・保安院）

○　発電用風力設備に関する技術基準の解釈（平成 21 年 12 月 18 日改正　改生、原子力安全・保安院）

電気事業法

電気事業法施行令

電気事業法施行規則

| | | |
|---|---|---|
| 第一章 | 1 条～3 条 | 総則 |
| 第二章 | | 電気事業 |
| 第一節 | 4 条～21 条 | 事業の許認可等 |
| 第二節 | 22 条～47 条 | 業務 |
| 第三章 | | 電気工作物 |
| 第一節 | 48 条 | 定義 |
| 第二節 | | 事業用電気工作物 |
| 第 1款 | 49 条 | 技術基準への適合 |
| 第 2款 | 50 条～61 条 | 自主的な保安 |
| 第 3款 | 62 条～94 条 | 工事計画及び検査 |
| 第 4款 | 95 条 | 承継 |
| 第三節 | 96 条～104 条 | 一般用電気工作物 |
| 第四章 | | 登録安全管理審査機関、指定試験機関及び登録調査機関 |
| 第一節 | 105 条～118 条 | 登録安全管理審査機関 |
| 第二節 | 119 条～126 条 | 指定試験機関 |
| 第三節 | 127 条～132 条 | 登録調査機関 |
| 第五章 | 133 条～138 条 | 雑則 |

附則

H7.12.1 施行
H10.4.1 施行
H12.3.21 施行
H12.1.15 施行
H15.10.1 施行
H16.4.1 施行
H17.4.1 施行　　　他

| | |
|---|---|
| 様式 | 第 1～第 84 |
| 別表 | 第 1～第 5 |

電気設備に関する技術基準を定める省令

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 第一章 | | | | 総則 |
| | 第一節 | | | 定義 |
| | | | 第 1条 | 用語の定義 |
| | | | 第 2条 | 電圧の種別等 |
| | 第二節 | | | 適用除外 |
| | | | 第 3条 | 適用除外 |
| | 第三節 | | | 保安原則 |
| | | 第 1款 | | 感電、火災等の防止 |
| | | | 第 4条 | 電気設備における感電、火災等の防止 |
| | | | 第 5条 | 電路の絶縁 |
| | | | 第 6条 | 電線等の断線の防止 |
| | | | 第 7条 | 電線の接続 |
| | | | 第 8条 | 電気機械器具の熱的強度 |
| | | | 第 9条 | 高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止 |
| | | | 第 10 条 | 電気設備の接地 |
| | | | 第 11 条 | 電気設備の接地の方法 |
| | | 第 2款 | | 異常の予防及び保護対策 |
| | | | 第 12 条 | 特別高圧電路等と結合する変圧器等の火災等の防止 |
| | | | 第 13 条 | 特別高圧直接低圧に変成する変圧器の施設制限 |
| | | | 第 14 条 | 過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策 |
| | | | 第 15 条 | 地絡に対する保護対策 |
| | | 第 3款 | | 電気的、磁気的障害の防止 |
| | | | 第 15 条 | 電気設備の電気的、磁気的障害の防止 |
| | | | 第 16 条 | 高周波利用設備への障害の防止 |
| | | 第 4款 | | 供給支障の防止 |
| | | | 第 18 条 | 電気設備による供給支障の防止 |
| | 第四節 | | | 公害等の防止 |
| | | | 第 19 条 | 公害等の帽子 |
| 第二章 | | | | 電気の供給のための電気設備の施設 |
| | 第一節 | | | 感電、火災等の防止 |

| | | |
|---|---|---|
| | 第 20 条 | 電線路等の感電又は火災の防止 |
| | 第 21 条 | 架空電線及び地中電線の感電の防止 |
| | 第 22 条 | 低圧電線の絶縁性能 |
| | 第 23 条 | 発電所等への取扱者以外の立入の防止 |
| | 第 24 条 | 架空電線路の支持物の昇塔防止 |
| | 第 25 条 | 架空電線等の高さ |
| | 第 26 条 | 架空電線による他人の電線等の作業者への感電の防止 |
| | 第 27 条 | 架空電線路からの静電誘導又は電磁誘導による感電の防止 |
| 第二節 | | 他の電線、他の工作物等への危険の防止 |
| | 第 28 条 | 電線の混触の防止 |
| | 第 29 条 | 電線による他の工作物等への危険の防止 |
| | 第 30 条 | 地中電線等による他の電線及び工作物への危険の防止 |
| | 第 31 条 | 異常電圧による架空電線等への障害の防止 |
| 第三節 | | 支持物の倒壊による危険の防止 |
| | 第 32 条 | 支持物の倒壊の防止 |
| 第四節 | | 高圧ガス等による危険の防止 |
| | 第 33 条 | ガス絶縁機器等の危険の防止 |
| | 第 34 条 | 加圧装置の施設 |
| | 第 35 条 | 水素冷却式発電機等の施設 |
| 第五節 | | 危険な施設の禁止 |
| | 第 36 条 | 油入開閉器等の施設制限 |
| | 第 37 条 | 屋内電線路等の施設の禁止 |
| | 第 38 条 | 連接引込線の禁止 |
| | 第 39 条 | 電線路のがけへの施設の禁止 |
| | 第 40 条 | 特別高圧架空電線路の市街地等おける施設の禁止 |
| | 第 41 条 | 市街地に施設する電力保安通信線の特別高圧電線添架する電力保安通信線との接続の禁止 |
| 第六節 | | 電気的、磁気的障害の防止 |
| | 第 42 条 | 通信障害の防止 |
| | 第 43 条 | 地球磁気観測所等に対する障害の防止 |
| 第七節 | | 供給支障の防止 |
| | 第 44 条 | 発変電設備等の損傷による供給支障の防止 |

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

電気事業法の規定に基づく主任技術者の資格等に関する省令

| | | |
|---|---|---|
| 第一章 | | 主任技術者の資格等 |
| | 第 1条～5 条 | 電気事業法第 44 条第 2 項第 1 号の経済産業省令で定める<br>学歴又は資格及び実務の経験は、次の表の上欄に掲げる<br>主任技術者免状の種類に応じてそれぞれ同表の中欄及び下欄に掲げるとおりとする。 |
| 第二章 | | 電気主任技術者試験 |
| | 第 6 条～10 条 | 電気主任技術者試験は、1 次筆記試験及び 2 次筆記試験の方法により行うものとする。<br>ただし、第三種電気主任技術者免状に係るものにあっては、2 次試験を行わないものとする。 |
| 附則 | | |
| 様式 | | 第 1～第 9 |

電気設備の技術基準の解釈

| | | | |
|---|---|---|---|
| 第 1章 | | 総則 | |
| | 第 1節 | | 通則 |
| | 第 2節 | | 電線 |
| | 第 3節 | | 電路の絶縁及び接地 |
| | 第 4節 | | 電気機械器具の保安原則 |
| | 第 5節 | | 過電流、地絡及び異常電圧に対する保護対策 |
| 第 2章 | | 発電所並びに変電所、開閉所及びこれらに順ずる場所の施設 | |
| 第 3章 | | 電線路 | |
| | 第 1節 | | 電線路の通則 |
| | 第 2節 | | 架空電線路の通則 |
| | 第 3節 | | 低圧及び高圧の架空電線路 |
| | 第 4節 | | 特別高圧架空電線路 |
| | 第 5節 | | 屋側電線路、屋上電線路、架空引込線及び連接引込線 |
| | 第 6節 | | 地中電線路 |
| | 第 7節 | | 特殊場所の電線路 |
| 第 4章 | | 電力保安通信設備 | |
| 第 5章 | | 電気使用場所の施設及び小出力発電設備 | |
| | 第 1節 | | 電気使用場所の施設及び小出力発電設備の通則 |
| | 第 2節 | | 配線等の施設 |
| | 第 3節 | | 特殊場所の施設 |
| | 第 4節 | | 特殊機器等の施設 |
| | 第 5節 | | 小出力発電設備 |
| 第 6章 | | 電気鉄道等 | |
| 第 7章 | | 国際規格の取り入れ | |
| 第 8章 | | 分散型電源の系統連系設備 | |

別表
付録

発電用風力設備技術基準の解釈

### 3.1.2　現行基準の洋上風力発電に係る妥当性検討

洋上風力発電に係る電気事業法に基づく関係法理について、以下の項目についての妥当性評価を行う。

安全規制としての必要性

洋上風力発電への適合の妥当性

洋上風力発電への適合における課題

課題を克服するに当たっての参考事項

妥当性評価対象関連法規は以下のものを対象とする。

法　律　：　電気事業法

政　令　：　電気事業法施行令

省　令　：　電気事業法施行規則

電気事業法の規定に基づく主任技術者の資格等に関する省令

電気設備に関する技術基準を定める省令

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

(1) 発電用風力設備に関する技術基準　　　表３．１．７

(2) 電気設備に関する技術基準　　　　　　表３．１．８

今回上記の基準についての内容を、洋上風力発電に係るものとして妥当性を考慮した場合、基本的事項の考え方について大きく異なるものはないと考えられる。

「発電用風力設備に関する技術基準」については、支持工作物についての考え方を着床式洋上風力発電について、陸上と同様建築基準法に準拠するもとし、浮体式洋上風力発電については、船舶安全法に準拠する方向で調整が図られている模様である。

風力発電設備としては従来どおりその安全性に対しての規制を遵守するものとし、洋上風力発でに対しては、他の既存規制を参考とした運用を図ることが必要となる。洋上風力発電については実証、商用併せて急激な事業化が見込まれる中、様々な取り組みの中で新たな取り組みを計らなければならないことが想定される。

「電気設備に関する技術基準」については陸上における基準に基づいており、海域を対象にしていないことは周知のことである。電気設備に対する安全について陸上と洋上で基本的な違いは考えられなく、これも既存の規制を参考にして運用を図ることが必要となる。「発電用風力設備に関する技術基準」で適合が図られる予定の船舶安全法に基づく規制は IEC の洋上風力発電設備規定を参考としており、これらを参考とした運用を図ること等が考えられる。今後更なる検討を持って、電気事業法の技術基準において洋上風力発電に関する新たな基準が必要となった場合はしかるべく対応を図ることが必要になる。

表　3.1.7　発電用風力設備に関する技術基準を定める省令
妥当性評価

| 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令 | | | 安全規制としての必要性 | 洋上風力発電への適合の妥当性 | 洋上風力発電への適合の課題 | 参考として考えられる事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| 第1条 | 適用範囲 | | ○ | ○ | 風力発電設備全般に対するもので問題はない。 | |
| 第2条 | 定義 | | ○ | △ | 用語の定義においては洋上風力発電特有の用語についての対応を如何にするか。 | |
| 第3条 | 取扱者以外の者に対する危険防止措置 | | ○ | △ | 船舶、漁船からの接近に対しての規制が必要。<br>遠隔監視方法についての検討が必要。 | 遠隔監視方法に関する事項が必要となる。 |
| 第4条 | 風　車 | | ○ | △ | 洋上風車の設計条件（負荷、風圧）に対応して構造上の安全性を担保できるか。<br>海域における外部条件下での振動に対して安全性が担保できるか。<br>現地の最大風速に対して制動ががなされ、安全が担保できるか。<br>他の工作物（洋上の場合は船舶他）への接触が発生しないよう安全が担保されているか。 | |
| 第5条 | 風車の安全な状態の確保 | | ○ | △ | 洋上において過回転や制御機能の失効が発生しても安全に停止する措置を講じられるか、安全性が担保できるか。<br>洋上における落雷被害に対しての保護対策を講じて、安全性が担保できるか。 | 陸上と異なり現地へ行くことが難しい場合も多々あろうことから遠隔監視方法に関する事項が必要となる。 |
| 第6条 | 圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止 | | ○ | △ | 洋上風力発電として新たな装置が必要となるか。 | |
| 第7条 | 風車を支持する工作物 | | ○ | △<br>陸上、着床式では従来の建築基準法に基づく風力発電設備支持物構造設計指針による | 浮体式洋上風力発電では新たな設計手法が必要。<br>船舶安全法による規制となることが考えられている。 | 浮体式構造物の設計マニュアル |
| 第8条 | 公害等の防止 | | ○ | △<br>水質汚濁防止法、騒音規制法、振動規制法への適合 | 海洋汚染や、海上災害に関する規制が必要。 | 海洋汚染及び海上災害防止に関する法律の適合 |
| 附則 | | | | | | |

表 3.1.8 電気設備に関する技術基準を定める省令

妥当性評価

| | | | 安全規制としての必要性 | 洋上風力発電への適合の妥当性 | 洋上風力発電への適合の課題 | 参考として考えられる事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一章 | 総則 | | | | | |
| 第一節 | 定義 | | ○ | ○ | ー | |
| 第 1条 | 用語の定義 | | | | | |
| 第 2条 | 電圧の種別等 | | | | | |
| 第二節 | 適用除外 | | ○ | △ | ー | |
| 第 3条 | 適用除外 | | | 鉄道関係除外 | | |
| 第三節 | 保安原則 | | | | | |
| 第 1款 | 感電、火災等の防止 | | ○ | △ | | |
| 第 4条 | 電気設備における感電、火災等の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 5条 | 電路の絶縁 | | | | | |
| 第 6条 | 電線等の断線の防止 | | | | | |
| 第 7条 | 電線の接続 | | | | | |
| 第 8条 | 電気機械器具の熱的強度 | | | | | |
| 第 9条 | 高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止 | | | | | |
| 第 10 条 | 電気設備の接地 | | | | | |
| 第 11 条 | 電気設備の接地の方法 | | | | | |
| 第 2款 | 異常の予防及び保護対策 | | ○ | △△ | | |
| 第 12 条 | 特別高圧電路等と結合する変圧器等の火災等の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 13 条 | 特別高圧直接低圧に変成する変圧器の施設制限 | | | | | |
| 第 14 条 | 過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策 | | | | | |
| 第 15 条 | 地絡に対する保護対策 | | | | | |
| 第 3款 | 電気的、磁気的障害の防止 | | ○ | △ | | |
| 第 15 条 | 電気設備の電気的、磁気的障害の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。<br>洋上という直ちに現地へ行くことが難しい場合の、遠隔監視システムへの障害防止。 | |
| 第 16 条 | 高周波利用設備への障害の防止 | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第4款 | 供給支障の防止 | | ○ | △ | | |
| 第18条 | 電気設備による供給支障の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。<br>電気設備の損壊による系統への影響の防止。 | |
| 第四節 | 公害等の防止 | | ○ | △ | | |
| 第19条 | 公害等の防止 | | | | 陸上を対象としたものとなっており、洋上についての新たな法規制の考慮を検討 | |
| | | | | | | |
| 第二章 | 電気の供給のための電気設備の施設 | | | | | |
| 第一節 | 感電、火災等の防止 | | ○ | △ | | |
| 第20条 | 電線路等の感電又は火災の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。<br>感電と火災に対する対応は最重要課題。 | |
| 第21条 | 架空電線及び地中電線の感電の防止 | | | | | |
| 第22条 | 低圧電線の絶縁性能 | | | | | |
| 第23条 | 発電所等への取扱者以外の立入の防止 | | | | | |
| 第24条 | 架空電線路の支持物の昇塔防止 | | | | | |
| 第25条 | 架空電線等の高さ | | | | | |
| 第26条 | 架空電線による他人の電線等の作業者への感電の防止 | | | | | |
| 第27条 | 架空電線路からの静電誘導又は電磁誘導による感電の防止 | | | | | |
| 第二節 | 他の電線、他の工作物等への危険の防止 | | ○ | △ | | |
| 第28条 | 電線の混触の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第29条 | 電線による他の工作物等への危険の防止 | | | | | |
| 第30条 | 地中電線等による他の電線及び工作物への危険の防止 | | | | | |
| 第31条 | 異常電圧による架空電線等への障害の防止 | | | | | |
| 第三節 | 支持物の倒壊による危険の防止 | | ○ | △△ | | |
| 第32条 | 支持物の倒壊の防止 | | | | 陸上の架空電線を対象とするが、洋上の場合は海底又は海底面下が対象となる。 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第四節 | 高圧ガス等による危険の防止 | | ○ | △ | | |
| 第 33 条 | ガス絶縁機器等の危険の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 34 条 | 加圧装置の施設 | | | | | |
| 第 35 条 | 水素冷却式発電機等の施設 | | | | | |
| 第五節 | 危険な施設の禁止 | | ○ | △ | | |
| 第 36 条 | 油入開閉器等の施設制限 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 37 条 | 屋内電線路等の施設の禁止 | | | | | |
| 第 38 条 | 連接引込線の禁止 | | | | | |
| 第 39 条 | 電線路のがけへの施設の禁止 | | | | | |
| 第 40 条 | 特別高圧架空電線路の市街地等おける施設の禁止 | | | | | |
| 第 41 条 | 市街地に施設する電力保安通信線の特別高圧電線添架する電力保安通信線との接続の禁止 | | | | | |
| 第六節 | 電気的、磁気的障害の防止 | | ○ | △ | | |
| 第 42 条 | 通信障害の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 43 条 | 地球磁気観測所等に対する障害の防止 | | | | | |
| 第七節 | 供給支障の防止 | | ○ | △ | | |
| 第 44 条 | 発変電設備等の損傷による供給支障の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。<br>洋上風力の発変電設備としての適用性を検討。 | |
| 第 45 条 | 発電機等の機械的強度 | | | | | |
| 第 46 条 | 常時監視をしない発電所等の施設 | | | | | |
| 第 47 条 | 地中電線路の保護 | | | | | |
| 第 48 条 | 特別高圧架空電線路の供給支障の防止 | | | | | |
| 第 49 条 | 高圧及び特別高圧の電路の避雷器等の施設 | | | | | |
| 第 50 条 | 電力保安通信設備の施設 | | | | | |
| 第 51 条 | 災害時における通信の確保 | | | | | |
| 第八節 | 電気鉄道に電気を供給するための電気設備の施設 | | × | × | ー | |
| 第 52 条 | 電車線路の施設制限 | | | | | |
| 第 53 条 | 架空絶縁帰線等の施設 | | | | | |
| 第 54 条 | 電食作用による障害の防止 | | | | | |
| 第 55 条 | 電圧不平衡による障害の防止 | | | | | |
| 第三章 | 電気使用場所の施設 | | | | | |
| 第一節 | 感電、火災等の防止 | | ○ | △△ | | |
| 第 56 条 | 配線の感電又は火災の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第 57 条 | 配線の使用電線 | | | | | |
| 第 58 条 | 低圧の電路の絶縁性能 | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 第 59 条 | 電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災 | | | | 感電と火災に対する対応は最重要課題。 | |
| | | 等の防止 | | | | | |
| | 第 60 条 | 特別高圧の電気集じん応用装置等の施設の禁止 | | | | | |
| | 第 61 条 | 非常用予備電源の施設 | | | | | |
| 第二節 | | 他の配線、他の工作物等への危険の防止 | | ○ | △ | | |
| | 第 62 条 | 配線による他の配線等又は工作物への危険の防止 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。 | |
| 第三節 | | 異常時の保護対策 | | ○ | △ | | |
| | 第 63 条 | 過電流からの低圧幹線等の保護措置 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討。<br>直ちに現地に行けない場合の、遠隔監視システムへの障害防止。 | |
| | 第 64 条 | 地絡に対する保護装置 | | | | | |
| | 第 65 条 | 電動機の過負荷保護 | | | | | |
| | 第 66 条 | 異常時における高圧の移動電流及び接触電線における | | | | | |
| | | 電路の遮断 | | | | | |
| 第四節 | | 電気的、磁気的障害の防止 | | ○ | △ | | |
| | 第 67 条 | 電気機械器具又は接触電線による無線設備への障害 | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討 | |
| | | の防止 | | | | | |
| 第五節 | | 特殊場所における施設制限 | | ○ | △ | | |
| | 第 68 条 | 粉じんにより絶縁性能等が劣化することによる危険の | | | | 洋上という設置条件下での適用性を検討 | |
| | | ある場所における施設 | | | | | |
| | 第 69 条 | 可燃性のガス等により爆発する危険のある場所におけ | | | | | |
| | | る施設の禁止 | | | | | |
| | 第 70 条 | 腐食性のガス等により絶縁性能等が劣化することによる | | | | | |
| | | 危険のある場所における施設 | | | | | |
| | 第 71 条 | 火薬庫内における電気設備の施設の禁止 | | | | | |
| | 第 72 条 | 特別高圧の電気設備の施設の禁止 | | | | | |
| | 第 73 条 | 接触電線の危険場所への施設の禁止 | | | | | |
| 第六節 | | 特殊機器の施設 | | ○ | △ | ー | |
| | 第 74 条 | 電気さくの施設の禁止 | | | | | |
| | 第 75 条 | 電撃殺虫器、エックス線発生装置の施設場所の禁止 | | | | | |
| | 第 76 条 | パイプライン等の電源装置の施設の禁止 | | | | | |
| | 第 77 条 | 電気浴器、銀イオン殺菌装置の施設 | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 第 78 条　電気防食施設の施設 | | | | | |
| | | | | | |
| 附則 | | | | | |

○　：　**妥当性有**
×　：　**該当しない**
△　：　**要検討**
△△　：　**要検討(重要)**

## 3.2　今後詳細検討が必要となる検討項目の抽出

### 3.2.1　洋上風力発電に係る検討項目

洋上風力発電に係る全般を考えた場合、今後検討を要すると思われる事項をランダムに抽出すると以下のものが考えられる。(表 3.2.1)

表　３．２．１　洋上風力発電に係る今後の検討時事項

| 項　目 | 検討を要する事項 | 適　要 |
|---|---|---|
| 設計要件(構造要件 01) | ・風による荷重と波浪、潮流等により作用する荷重の組合せ方法。<br>・風車構造物及び支持構造物の構造形式の違いによる荷重の組合せ方法。<br>・荷重組合せによる構造解析方法。<br>・シミュレーションによる解析手法<br>・想定される荷重要因、構造要件<br>地震、津波による荷重<br>海流、潮流、水位変動<br>支持物の洗掘、海底変形<br>海生生物の付着、腐食<br>漂流物の衝突<br>支持物復元性（浮体式）<br>係留方法・係留索（浮体式）<br>海底のアンカー方法（浮体式）<br>温度低下（凍結)、温度上昇<br>防湿性、耐塩性、耐腐食性<br>浮体式設備の漂流時<br>・荷重値種類（極値、換算荷重） | IEC61400-3<br>GL ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ |
| 設計要件(構造要件 02) | ・洋上風力に関する新設備の構造と従来設備の補強方法<br>点検用乗入設備<br>（桟橋、ヘリポート等）<br>クレーン設備<br>・洋上風力に関する既存設備の構造<br>防湿<br>耐塩性<br>耐腐食性 | |
| 設計要件(外部環境条件) | ・塩分、落雷、地震活動、海水密度、水温、船舶往来 | |

| | | |
|---|---|---|
| 設計要件（落雷対策） | ・落雷に対する周辺への安全確保<br>近傍通行船舶<br>設備点検者の安全確保<br>・落雷発生時の接近、航行制限、危険表示による安全確保 | |
| 設計要件（運転管理） | ・天候不良時（現地アクセス困難時）の安全確保方法<br>自動運転故障時<br>遠隔制御不良（通信不良）時<br>停電時（強風時との組合せ）<br>・長時間放置下の安全確保方法 | |
| 工事要件 | ・海上運搬に関する安全確保方法<br>・海上施工に関する安全確保方法<br>・海上施工機械運転の安全確保方法<br>・既存港則法等の適用・準用の範囲 | |
| 全般要件 | ・ヨーロッパにおけるガイドラインはミニマム・リクアイアメントとしての位置づけのものであり、洋上風車のタイプや地域ごとの問題は別途に対応する必要がある。<br>・ヨーロッパの洋上風力といっても設置場所は内海であり、台風や潮流の影響を受けているわけではない。日本への導入にあたっては津波、台風、地震、海流、湿分、落雷等を考慮しなければならない。 | |

### 3.2.2　国内関連法規との整合、整理

関連する国内法規制において、洋上風力発電に関して今後検討を要すると思われる事項をランダムに抽出すると以下のものが考えられる。(表 3.2.2)

表　３．２．２　国内関連法規に係る今後の検討時事項

| 項　目 | 検討を要する事項 | 適　要 |
|---|---|---|
| 建築基準法 | ・基礎構造に関して準用とするか<br>・建築基準法適合の審査対象とするか<br>・荷重条件の不足<br>　洗掘、腐食条件への対応<br>　・港湾の施設の技術基準の適用とするか | 審査機関の対応可否<br>　二重規制の運用回避<br>　規制緩和 |
| 騒音規制法 | 　・規制地域、規制設備の指定を行うのか<br>　・近傍陸地の規制地域への影響が考えられる。着床式、浮体式のいずれも対象か<br>　・海中での音伝播による、海生生物（魚類）への影響<br>　・低周波音に対する影響 | |
| 振動規制法 | 　・規制地域、規制設備の指定を行うか<br>　・近傍陸地の規制地域への影響が考えられる。着床式、浮体式のいずれも対象か<br>　・海中での振動伝播による、海生生物（魚類）への影響 | |
| 航空法 | ・海上高さ 60m 以上の構造物<br>・海上空港（類似空港）周辺の構造物規制への対処<br>　・航路標識法の対応設備との整合 | |
| 電波法 | ・防災無線<br>・ＴＶ・電話通信電波ほか | 重要回線<br>マイクロ波 |
| 通信障害<br>海上自衛隊施設への影響 | ・通信電波障害に対する風車情報の提供<br>・不都合があれば改善要求が出る<br>・洋上も同様な手続きが必要か | 不都合無しの確認 |

### 3.2.3　電気事業法の安全基準の整理

主として電気事業法に関する法規制において、洋上風力発電に関して今後検討を要すると思われる事項をランダムに抽出すると以下のものが考えられる。(表 3.2.3)

表　3．2．3　電気事業法に係る今後の検討時事項

| 項　　目 | 検討を要する事項 | 適　　要 |
|---|---|---|
| 電気事業法<br>環境影響評価に関する特例 | ・「環境影響評価法」（改正）をそのままとして、環境の保全についての適正な配慮が求められている。<br>・事業規模別区分は陸上と同じでよいか。規模区分は次のとおり。<br>一次事業：1 万 kW 以上<br>二次事業：1 万～7.5 千 kW<br>・陸上とは異なる考慮すべき環境条件がないか。魚類、漁業への影響。<br>風車の影<br>シャドーフリッカー<br>水中支持物（着床式、浮体式、係留索）<br>送電線（海底ケーブル）<br>排出制限（油ほか）<br>海生生物（魚類ほか）<br>潮流への影響<br>洗掘、堆積からの影響 | |
| 電気主任技術者の選任、委託 | ・電気主任技術者の取り扱うのはオーバースパンにならないか。（土木、海洋分野にわたる）<br>・自己確認や自主検査に係る部分を多く、事業者の対応を多くし、負担軽減と事業者の能力アップを図る。 | 種別による規模制限あり |
| 電気主任技術者兼任要件 | ・複数の事業所を兼任する場合、該当設備への移動時間を 2 時間以内としている。陸上でも難しい状況を洋上風力の場合も適用するのか。<br>・天候不良時は現場へのアクセス自体も制限される。（船、ヘリコプター等） | 遠隔監視システムの充実 |
| 風力設備の認証（安全審査）（現状なし） | ・政府認証は時間がかかる<br>・民間は早いとされるが審査機関がない<br>・機器の個別認証ができるか、プロジェクト認証が出来るか | |

| | | |
|---|---|---|
| | ・洋上風力発電設備としての型式認証と、洋上風力発電計画のプロジエクト認証を取るのが一般的<br>・プロジェクトの個別認証ができるか | |
| 電気工作物の区分 | ・事業用電気工作物としての位置付け<br>（電気事業に用に供する電気工作物、又は自家用電気工作物とするか） | 事業用電気工作物の区分 |
| 工事計画届出 | ・届出後 30 日後の工事開始<br>・工事開始までの期間の短縮の可能性<br>（洋上作業は天候の影響による制限期間が多いくなることが予想される）<br>・確認作業における規制緩和<br>（洋上作業では現地での確認作業の実施日が制約を受けることが予想される。確認のための遠隔監視装置等を設け、地上管理ｾﾝﾀｰ等での確認作業での対応を考慮するなり、運用面での規制緩和も必要になる） | 既存法にも期間短縮条件あり |
| 電気設備に関する技術基準 | ・海中でのアース処理<br>（着床式は海底面下への接地は可能と考えられるが、浮体式は係留ケーブルに沿わせるか）<br>・海中へのアース対策<br>（現状電技では海水中へのアース（接地）は触れられていない。ケーブルでの接地で考えるか船舶に準じた方法とするか）<br>・落雷に対する対策<br>（陸上の落雷と洋上の落雷の違いや落雷性情の差異は考慮できるのか。洋上の落雷に関するデータが不足） | 既基準で不足 |
| 電気設備に関する技術基準<br>（海底ケーブル） | ・既存の電技の基準が適用できるか。<br>・水路電線路で対応可能か<br>・敷設方法、船舶の通行、アンカーによる損傷対策あり。<br>・電技におけるケーブルは基本的に架空電線路と地中電線路となっている。特殊場所の電線路としての水路電線路では「水路電線路は施設する場所によって海底電線路、河底電線路、湖底電線路などに分けられるが、施設場所の地質、水底の状態、水深、波浪、潮流、流水、艦艇の停船などの関係を十分考慮して、損傷を受ける恐 | 海中の場合、追加条件がないか。<br>敷設方法。<br>電線ケーブルメーカーによれば、海底ケーブルの敷設方法として以下のものがあげられる。<br>①ｳｵｰﾀｰｼﾞｪｯﾄ埋設機による埋設 |

| | | |
|---|---|---|
| | れのない場所に溝を作って、そこに敷設する等危険のないように施設する。」との解説となっている。敷設に当たっては海底傾斜面は防護管等での保護が示されているが、海底面が平坦になれば海底面にそのまま敷設することが示されている。船舶のアンカーにより海底ケーブルが損傷を受けた事例もあることから明確な敷設に当たっての方法、工法が必要と考えられる。 | （埋設深さ 1～2m）<br>②ﾛｯｸﾀﾞﾝﾋﾟﾝｸﾞ工法による海底面埋設後の砕石による防護<br>③ｺﾝｸﾘｰﾄﾏｯﾄによる海底ケーブル保護 |
| 電気設備に関する技術基準<br>遠隔監視システム<br>自動停止システム | ・洋上風力は現地まで長時間を要する<br>・天候により現地に着けない状況もあり、これらの対応を考えたシステムの検討が必要<br>・暴風や海水の影響を考慮したシステムが必要となる。 | |
| 電気設備に関する技術基準<br>電圧変動、<br>周波数変動ほか | ・大規模（多台数、大出力機）による出力変動に対する要件<br>・停止時の影響<br>・系統連系に対する問題はまだ不確定<br>・計装、通信系の問題点の解決 | 電力品質<br>系統連系 |
| | | |
| 発電用風力設備に関する技術基準 | 第７条<br>・支持工作物において船舶安全法での規制との関係をどのように整理するか。<br>・浮体式の場合「復元性」「係留方法･係留索の問題」「海底へのアンカーリングの問題」などが問題として考えられる。 | 建築基準法規定に適合<br>船舶安全法船舶基準法規定に適用 |
| 発電用風力設備に関する技術基準<br>取扱者以外の侵入防止措置 | ・暴風等海難事故が予想されるような場合、緊急避難的に洋上風力発電所への船舶や漁船の乗組員の避難についてどのように考えるか。<br>・基本的には一般人の侵入を制限する。 | |
| 発電用風力設備に関する技術基準<br>風車の安全な状態の確保 | ・洋上風力発電として落雷保護対策を実施した時、風車への落雷により周辺を航行する船舶や漁船に落雷被害を誘発する恐れがないか。 | |

### 3.2.4 海域独自の安全基準の整理

海域に関する法規制において、洋上風力発電に関して今後検討を要すると思われる事項をランダムに抽出すると以下のものが考えられる。(表 3.2.4)

表 3.2.4 海域関連法規に係る今後の検討時事項

| 項 目 | 検討を要する事項 | 適 要 |
|---|---|---|
| 洋上風力発電への適用(01)<br>船舶安全法 | ・洋上風力発電（着床式、浮体式）に対しては「船舶安全法」の適用を考える。<br>着床式、浮体式への適用範囲<br>浮体式の移設（移動）時<br>・国土交通省海事局は浮体構造物（風車タワーを含む）については「船舶安全法」の適用で対応し、「建築基準法」との二重規制を回避。 | 「浮体式洋上風力発電施設技術基準」を風車を支持する工作物として適合の方向 |
| 洋上風力発電への適用(02)<br>海上衝突予防法 | ・「海上衝突予防法」は船舶の航行に関する規則であるが、従来にはなかった洋上風力発電（着床式、浮体式）がどのような位置づけとなるか。 | |
| 洋上風力発電への適用(03)<br>海上交通安全法 | ・「海上交通安全法」は船舶の航行に関する規則であるが、従来にはなかった洋上風力発電（着床式、浮体式）がどのような位置づけとなるか。 | |
| 航路標識法 | ・航路標識の必要性、設置の許認可など特に洋上風力発電（浮体式）がどのような位置づけとなるか。<br>・航空法の対応設備との整合 | |
| 海洋汚染及び海上災害防止に関する法律 | ・洋上風力発電（着床式、浮体式）がどのような規制対象となりうるか。<br>・洋上風車の潤滑油やオイルについては洋上の大気中における影響についての確認も必要。 | |

### 3.2.5　今後の課題

本動向調査においては、洋上風力発電に関して検討を要する事項を抽出してきたが、全般を通して課題と考えられる事項を再度整理して以下に示すものである。

(1)　現行規格基準の検討

現行基準の妥当性検討において、現行安全基準における洋上風力発電に係る妥当性には、大きく異なるものはないと考えられる。支持物に対しては建築基準法と船舶安全法での適合による対応が図られる模様であり、その他においては当面 IEC に準拠した JIS 規定の洋上風力発電を参考とした運用が図られると想定される。しかし今後の洋上風力発電の急激な動きを考慮した場合、検討項目として抽出した事項については更なる検討が必要なことはいうまでもない。

現在洋上風力発電に関しては、先行している海外においても技術開発を行いながら導入促進を図っている実情があることを考慮しつつ、わが国の電気事業法を基にした安全性の基準については洋上風力発電という新しいカテゴリーの位置づけも含めて考える必要がある。特に現在整備されている洋上風力発電については陸上風力発電と同様、ヨーロッパを対象に整備されてきていることを十分に考慮しなければならない。

(2)　洋上風力発電の設計規格について

IEC61400-3 や他の洋上風力発電に対する規格等はヨーロッパを中心としたもので現在整備されてきている。JIS の洋上風力発電に関する規定も IEC の洋上風力発電に基づき整備されており、現行ではこの IEC 基準を基に適合を図ることが妥当と考えられる。しかしながら陸上風車においても指摘されてきたことであるが、わが国の地象を十分考慮する必要があり、日本近海の海上風の特性、台風の影響などを洋上風力発電施設の設計外力として反映させ、安全性と経済性の両立を図ることが必要となる。

陸上と同様に日本型洋上風力発電ガイドラインの策定を行い、洋上風況観測、洋上の設計風速の策定、洋上における落雷対策、耐湿性耐腐食性等を今後は検討する必要があると思われる。

(3)　洋上風力における安全の確保

洋上風力発電設備が主体となるものとしては風車の損傷、タワー構造物の損傷、設計不良、材料欠陥、施行不良、メンテナンス不良、機器･器具の故障等があげられ、基本的には陸上風車と同列と考えられるが、洋上という環境条件による影響を加味する必要がある。

外的要件としては航行船の衝突（漁船を含む)、漂流物の衝突、その他海域による様々な外的要因が考えられる。これらに対しての安全性の確保については陸上とは大きく異なる環境条件となる事を踏まえ、人命の重視と環境への影響を極力考慮するものとして考える必要がある。

# 添　付　資　料　1

## 発電用風力設備に関する技術基準

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

第1条　　適用範囲

第2条　　定義

第3条　　取扱者以外の者に」対する危険防止措置

第4条　　風　車

第5条　　風車の安全な状態の確保

第6条　　圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止

第7条　　風車を支持する工作物

第8条　　公害等の防止

附則

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令
（平成九年三月二十七日通商産業省令第五十三号）

最終改正：平成二一年一二月一八日経済産業省令第六九号

電気事業法（昭和三十九年法律第百七十号）第三十九条第一項の規定に基づき、発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成二年通商産業省令第二十五号）を次のように定める。

（適用範囲）
第一条　この省令は、風力を原動力として電気を発生するために施設する電気工作物について適用する。
２　前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。
（定義）
第二条　この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成七年通商産業省令第七十七号）において使用する用語の例による。
（取扱者以外の者に対する危険防止措置）
第三条　風力発電所を施設するに当たっては、取扱者以外の者に見やすい箇所に風車が危険である旨を表示するとともに、当該者が容易に接近するおそれがないように適切な措置を講じなければならない。
２　発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「風力発電所」とあるのは「発電用風力設備」と、「当該者が容易に」とあるのは「当該者が容易に風車に」と読み替えて適用するものとする。
（風車）
第四条　風車は、次の各号により施設しなければならない。
一　負荷を遮断したときの最大速度に対し、構造上安全であること。
二　風圧に対して構造上安全であること。
三　運転中に風車に損傷を与えるような振動がないように施設すること。
四　通常想定される最大風速においても取扱者の意図に反して風車が起動することのないように施設すること。
五　運転中に他の工作物、植物等に接触しないように施設すること。
（風車の安全な状態の確保）
第五条　風車は、次の各号の場合に安全かつ自動的に停止するような措置を講じなければならない。
一　回転速度が著しく上昇した場合
二　風車の制御装置の機能が著しく低下した場合

２　発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「安全かつ自動的に停止するような措置」とあるのは「安全な状態を確保するような措置」と読み替えて適用するものとする。

３　最高部の地表からの高さが二十メートルを超える発電用風力設備には、雷撃から風車を保護するような措置を講じなければならない。ただし、周囲の状況によって雷撃が風車を損傷するおそれがない場合においては、この限りでない。

（圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止）

第六条　発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置は、次の各号により施設しなければならない。

一　圧油タンク及び空気タンクの材料及び構造は、最高使用圧力に対して十分に耐え、かつ、安全なものであること。

二　圧油タンク及び空気タンクは、耐食性を有するものであること。

三　圧力が上昇する場合において、当該圧力が最高使用圧力に到達する以前に当該圧力を低下させる機能を有すること。

四　圧油タンクの油圧又は空気タンクの空気圧が低下した場合に圧力を自動的に回復させる機能を有すること。

五　異常な圧力を早期に検知できる機能を有すること。

（風車を支持する工作物）

第七条　風車を支持する工作物は、自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。

２　発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、風車を支持する工作物に取扱者以外の者が容易に登ることができないように適切な措置を講じること。

（公害等の防止）

第八条　電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）第十九条第八項 及び第十項 の規定は、風力発電所に設置する発電用風力設備について準用する。

２　発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第十九条第八項及び第十項」とあるのは「第十九条第十項」と、「風力発電所に設置する発電用風力設備」とあるのは「発電用風力設備」と読み替えて適用するものとする。

附　則

１　この省令は、平成九年六月一日から施行する。

２　この省令の施行の際現に施設し、又は施設に着手した電気工作物については、なお従前の例による。

附　則　（平成一七年三月二九日経済産業省令第三四号）

この省令は、平成十七年四月一日から施行する。ただし、この省令の施行の際現に設置され、又は設置のための工事に着手している電気工作物については、この省令の施行の日から一年間は、なお従前の例による。

附　則　（平成二一年一二月一八日経済産業省令第六九号）

1　この省令は、平成二十二年四月一日から施行する。

2　この省令の施行前に電気事業法第四十八条第一項の規定による届出のあった工事の計画については、なお従前の例による。

# 添　付　資　料 2

船舶安全法

船舶安全法

| | |
|---|---|
| 第一章 | 船舶の施設 |
| 第二章 | 小型船舶検査機構 |
| 第一節 | 総則 |
| 第二節 | 設立 |
| 第三節 | 管理 |
| 第四節 | 業務 |
| 第五節 | 財務及び会計 |
| 第六節 | 監督 |
| 第七節 | 解散 |
| 第八節 | 罰則 |
| 第三章 | 登録検査機関等 |
| 第一節 | 登録検査機関 |
| 第二節 | 登録検査確認機関 |
| 第三節 | 船級協会 |
| 第四章 | 雑則 |
| 附則 | |

**船舶安全法**

**昭和八年三月十五日法律第十一号）**

最終改正：平成二三年六月二四日法律第七四号

**第一章　船舶ノ施設**

**第一条**　日本船舶ハ本法ニ依リ其ノ堪航性ヲ保持シ且人命ノ安全ヲ保持スルニ必要ナル施設ヲ為スニ非ザレバ之ヲ航行ノ用ニ供スルコトヲ得ズ

**第二条**　船舶ハ左ニ掲グル事項ニ付国土交通省令（漁船ノミニ関スルモノニ付テハ国土交通省令・農林水産省令）ノ定ムル所ニ依リ施設スルコトヲ要ス

一　船体

二　機関

三　帆装

**四**　排水設備

**五**　操舵、繋船及揚錨ノ設備

**六**　救命及消防ノ設備

**七**　居住設備

**八**　衛生設備

**九**　航海用具

**十**　危険物其ノ他ノ特殊貨物ノ積附設備

**十一**　荷役其ノ他ノ作業ノ設備

**十二**　電気設備

**十三**　前各号ノ外国土交通大臣ニ於テ特ニ定ムル事項

○２前項ノ規定ハ櫓櫂ノミヲ以テ運転スル舟ニシテ国土交通大臣ノ定ムル小型ノモノ其ノ他国土交通大臣ニ於テ特ニ定ムル船舶ニハ之ヲ適用セズ

**第三条**　左ニ掲グル船舶ハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ満載吃水線ヲ標示スルコトヲ要ス但シ潜水船其ノ他国土交通大臣ニ於テ特ニ満載吃水線ヲ標示スル必要ナシト認ムル船舶ハ此ノ限ニ在ラズ

一　遠洋区域又ハ近海区域ヲ航行区域トスル船舶

二　沿海区域ヲ航行区域トスル長サ二十四メートル以上ノ船舶

三　総噸数二十噸以上ノ漁船

**第四条**　船舶ハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ其ノ航行スル水域ニ応ジ電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）ニ依ル無線電信又ハ無線電話ニシテ船舶ノ堪航性及人命ノ安全ニ関シ陸上トノ間ニ於テ相互ニ行フ無線通信ニ使用シ得ルモノ（以下無線電信等ト称ス）ヲ施設スルコトヲ要ス但シ航海ノ目的其ノ他ノ事情ニ依リ国土交通大臣ニ於テ已ムコトヲ得ズ又ハ必要ナシト認ムルトキハ此ノ限ニ在ラズ

○２前項ノ規定ハ第二条第二項ニ掲グル船舶其ノ他無線電信等ノ施設ヲ要セザルモノトシテ国土交通省令ヲ以テ定ムル船舶ニハ之ヲ適用セズ

**第五条**　船舶所有者ハ第二条第一項ノ規定ノ適用アル船舶ニ付同項各号ニ掲グル事項、第三条ノ船舶ニ付満載吃水線、前条第一項ノ規定ノ適用アル船舶ニ付無線電信等ニ関シ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ左ノ区別ニ依ル検査ヲ受クベシ

一　初メテ航行ノ用ニ供スルトキ又ハ第十条ニ規定スル有効期間満了シタルトキ行フ精密ナル検査（定期検査）

二　定期検査ト定期検査トノ中間ニ於テ国土交通省令ノ定ムル時期ニ行フ簡易ナル検査（中間検査）

三　第二条第一項各号ニ掲グル事項又ハ無線電信等ニ付国土交通省令ヲ以テ定ムル改造又ハ修理ヲ行フトキ、第九条第一項ノ規定ニ依リ定メラレタル満載吃水線ノ位置又ハ船舶検査

証書ニ記載シタル条件ノ変更ヲ受ケントスルトキ其ノ他国土交通省令ノ定ムルトキ行フ検査 臨時検査）

**四**　船舶検査証書ヲ受有セザル船舶ヲ臨時ニ航行ノ用ニ供スルトキ行フ検査 臨時航行検査）

**五**　前各号ノ外一定ノ範囲ノ船舶ニ付第二条第一項ノ国土交通省令又ハ国土交通省令・農林水産省令ニ適合セザル虞アルニ因リ国土交通大臣ニ於テ特ニ必要アリト認メタルトキ行フ検査 特別検査）

**２**○国土交通大臣ハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ中間検査ヲ受クルコトヲ免除スルコトヲ得

**第六条**　本法施行地ニ於テ製造スル長サ三十メートル以上ノ船舶ノ製造者ハ第二条第一項ノ規定ノ適用アル船舶ニ付同条第一項第一号、第二号及第四号ニ掲グル事項、第三条ノ船舶ニ付満載吃水線ニ関シ船舶ノ製造ニ著手シタル時ヨリ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ検査 製造検査）ヲ受クベシ但シ国土交通大臣ニ於テ已ムコトヲ得ズ又ハ必要ナシト認ムルトキハ此ノ限ニ在ラズ

○**２**本法施行地ニ於テ製造スル長サ三十メートル未満ノ船舶及本法施行地外ニ於テ製造スル船舶ノ製造者ハ其ノ船舶ニ付国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ前項ノ製造検査ヲ受クルコトヲ得

○**３**第二条第一項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノハ備附クベキ船舶ノ特定前ト雖モ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ検査ヲ受クルコトヲ得

○**４**前三項ノ規定ニ依ル検査ニ合格シタル事項ニ付テハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ前条ノ検査 特別検査ヲ除ク）及第一項ノ製造検査 前項ノ規定ニ依ル検査ニ合格シタル事項ニ限ル）ヲ省略ス

**第六条ノ二**　船舶又ハ第二条第一項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノノ製造工事又ハ第五条第一項第三号ノ国土交通省令ヲ以テ定ムル改造若ハ修理ノ工事 以下改造修理工事ト称ス）ノ能力ニ付事業場毎ニ行フ国土交通大臣ノ認定ヲ受ケタル者ガ当該認定ニ係ル製造工事又ハ改造修理工事ヲ行ヒ且国土交通省令ノ定ムル所ニ

依リ当該認定ニ係ル製造工事又ハ改造修理工事ガ第二条第一項ニ規定スル国土交通省令又ハ国土交通省令・農林水産省令ノ規定ニ適合シテ為サレタルコトヲ確認シタルトキハ其ノ製造工事又ハ改造修理工事ニ付第五条ノ検査（特別検査ヲ除ク）及前条ノ検査ヲ省略ス

**第六条ノ三**　船舶又ハ第二条第一項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノノ製造者ガ其ノ船舶又ハ物件ノ整備（第五条第一項第三号ノ国土交通省令ヲ以テ定ムル修理ヲ除ク以下同ジ）ニ付整備規程ヲ定メ国土交通大臣ノ認可ヲ受ケタル場合ニ於テ当該整備規程ニ従ヒ整備ヲ行フ能力ニ付事業場毎ニ行フ国土交通大臣ノ認定ヲ受ケタル者ガ其ノ船舶又ハ物件ノ整備ヲ行ヒ且国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ其ノ整備ガ当該整備規程ニ適合シテ為サレタルコトヲ確認シタルトキハ当該船舶又ハ物件ニ付国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ其ノ後三十日内ニ行フ定期検査又ハ中間検査ヲ省略ス但シ其ノ期間内ニ臨時検査ヲ受クベキ事由ノ生ジタル船舶又ハ物件ニ付テハ此ノ限ニ在ラズ

**第六条ノ四**　船舶又ハ第二条第一項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノニ付国土交通大臣ノ型式承認ヲ受ケタル製造者ガ当該型式承認ニ係ル船舶又ハ物件ヲ製造シ且管海官庁、第二十五条の四十六及第二十五条の四十七ノ規定ニ依リ国土交通大臣ノ登録ヲ受ケタル者（以下登録検定機関ト称ス）又ハ次章ノ規定ニ依ル小型船舶検査機構ノ検定ヲ受ケ之ニ合格シタルトキハ当該船舶又ハ物件ニ付国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ第五条ノ検査（特別検査ヲ除ク）及第六条ノ検査ヲ省略ス

○**2** 前項ノ規定ニ依ル型式承認ヲ受ケ且第六条ノ二ノ規定ニ依リ当該型式承認ニ係ル船舶又ハ物件ノ製造工事ノ能力ニ付国土交通大臣ノ認定ヲ受ケタル者ガ当該船舶又ハ物件ヲ製造シ且国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ当該船舶又ハ物件ガ同項ノ規定ニ依リ承認ヲ受ケタル型式ニ適合シタルモノタルコトヲ確認シタルトキハ同項ノ規定ニ依ル検定ニ合格シタルモノト看做ス

**第六条ノ五**　第二十五条の六十七及第二十五条の六十八ニ於テ準用スル第二十五条の四十七ノ規定ニ依リ国土交通大臣ノ登録ヲ受ケタル者（以下登録検査確認機関ト称ス）ガ国土交

通省令ノ定ムル所ニ依リ総噸数二十噸未満ノ船舶（以下小型船舶ト称ス）ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノノ検査ヲ行ヒ且当該小型船舶ガ第二条第一項ニ規定スル国土交通省令又ハ国土交通省令・農林水産省令ノ規定ニ適合スルコトヲ確認シタルトキハ当該小型船舶ニ付国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ其ノ後三十日内ニ行フ中間検査ヲ省略ス但シ其ノ期間内ニ臨時検査ヲ受クベキ事由ノ生ジタル小型船舶ニ付テハ此ノ限ニ在ラズ

**第七条**　第五条又ハ第六条第一項若ハ第二項ノ規定ニ依ル検査ハ国土交通大臣ノ特ニ定ムル場合ヲ除クノ外船舶ノ所在地ヲ管轄スル管海官庁之ヲ行フ

○**2** 第六条第三項ノ規定ニ依ル検査ハ当該物件ノ所在地ヲ管轄スル管海官庁之ヲ行フ

○**3** 第六条ノ四第一項ノ規定ニ依リ管海官庁ノ行フ検定ハ当該船舶又ハ物件ヲ製造スル事業場ノ所在地ヲ管轄スル管海官庁之ヲ行フ

**第七条ノ二**　小型船舶ニ係ル本章ニ定ムル検査（特別検査及再検査ヲ除ク）ニ関スル事務（国土交通省令ヲ以テ定ムル小型船舶ニ係ルモノヲ除ク以下小型船舶検査事務ト称ス）ハ次章ノ規定ニ依リ小型船舶検査機構ガ設立セラレタルトキハ小型船舶検査機構ニ之ヲ行ハシム此ノ場合ニ於テ次条、第九条、第十条ノ二及第十一条中管海官庁トアルハ小型船舶検査機構トス

○**2** 天災其ノ他ノ事由ノ生ジタルニ因リ小型船舶検査機構ニ於テ小型船舶検査事務ヲ円滑ニ執行スルコト能ハザルニ至リタル場合ニシテ国土交通大臣ニ於テ必要アリト認ムルトキハ前条ノ規定ニ依リ管海官庁亦之ヲ行フ

**第八条**　第二十五条の六十九及第二十五条の七十ニ於テ準用スル第二十五条の四十七ノ規定ニ依リ国土交通大臣ノ登録ヲ受ケタル船級協会（以下単ニ船級協会ト称ス）ノ検査ヲ受ケ船級ノ登録ヲ為シタル船舶ニシテ旅客船（十二人ヲ超ユル旅客定員ヲ有スル船舶ヲ謂フ以下同ジ）ニ非ザルモノハ其ノ船級ヲ有スル間第二条第一項各号ニ掲グル事項及満載喫水線ニ関シ特別検査以外ノ管海官庁ノ検査（国土交通省令ヲ以テ定ムルモノヲ除ク）ヲ受ケ之ニ合格シタルモノト看做ス

**第九条**　管海官庁ハ定期検査ニ合格シタル船舶ニ対シテハ其ノ航行区域（漁船ニ付テハ従業制限）、最大搭載人員、制限汽圧及満載吃水線ノ位置ヲ定メ船舶検査証書及船舶検査済票（小型船舶ニ限ル）ヲ交付スベシ

○**2** 管海官庁ハ臨時航行検査ニ合格シタル船舶ニ対シテハ臨時航行許可証ヲ交付スベシ

○**3** 管海官庁ハ第六条ノ規定ニ依ル検査ニ合格シタル船舶又ハ物件ニ対シテハ合格証明書ヲ交付シ又ハ証印ヲ附スベシ

○**4** 管海官庁、登録検定機関又ハ小型船舶検査機構ハ第六条ノ四第一項ノ規定ニ依ル検定ニ合格シタル船舶又ハ物件ニ対シテハ合格証明書ヲ交付シ又ハ証印ヲ附スベシ

○**5** 第六条ノ四第二項ニ規定スル者ハ同項ノ規定ニ依リ確認シタル船舶又ハ物件ニ対シテハ国土交通省令ヲ以テ定ムル標示ヲ附スベシ

○**6** 前条ノ船舶ニ付船級協会ノ定メタル制限汽圧及満載吃水線ノ位置ハ管海官庁ニ於テ之ヲ定メタルモノト看做ス

**第十条**　船舶検査証書ノ有効期間ハ五年トス但シ旅客船ヲ除キ平水区域ヲ航行区域トスル船舶又ハ小型船舶ニシテ国土交通省令ヲ以テ定ムルモノニ付テハ六年トス

○**2** 船舶検査証書ハ国土交通大臣ノ特ニ定ムル場合ニ於テハ其ノ有効期間満了後三月迄ハ仍其ノ効力ヲ有ス此ノ場合ニ於テ必要ナル事項ハ国土交通省令ヲ以テ之ヲ定ム

○**3** 船舶検査証書ハ中間検査、臨時検査又ハ特別検査ニ合格セザル船舶ニ付テハ之ニ合格スル迄其ノ効力ヲ停止ス

○**4** 第八条ノ船舶ノ受有スル船舶検査証書ハ其ノ船舶ガ当該船級ノ登録ヲ抹消セラレ又ハ旅客船ト為リタルトキハ其ノ有効期間満了ス

**第十条ノ二**　管海官庁ハ船舶ノ検査ニ関スル事項ヲ記録スル為最初ノ定期検査ニ合格シタル船舶ニ対シテ船舶検査手帳ヲ交付スベシ

**第十条ノ三**　船舶検査証書、船舶検査済票、臨時航行許可証及船舶検査手帳ノ船舶ニ於ケル備置又ハ掲示ニ関シ必要ナル事項ハ国土交通省令ヲ以テ之ヲ定ム

**第十一条**　管海官庁ノ検査又ハ検定ヲ受ケタル者検査又ハ検定ニ対シ不服アルトキハ検査又ハ検定ノ結果ニ関スル通知ヲ受ケタル日ノ翌日ヨリ起算シ三十日内ニ其ノ事由ヲ具シ国土交通大臣ニ再検査又ハ再検定ヲ申請シ再検査又ハ再検定ニ対シ不服アルトキハ其ノ取消ノ訴ヲ提起スルコトヲ得

○**2** 再検査又ハ再検定ヲ申請シタル者ハ国土交通大臣ノ許可ヲ受クルニ非ザレバ関係部分ノ原状ヲ変更スルコトヲ得ズ

○**3** 第一項ノ検査又ハ検定ニ対シ不服アル者ハ同項ノ規定ニ依ルコトニ依リテノミ之ヲ争フコトヲ得

○**4** 登録検定機関若ハ小型船舶検査機構又ハ登録検査確認機関ノ行フ検定又ハ検査及確認ニ付テハ第一項中管海官庁トアルハ登録検定機関若ハ小型船舶検査機構又ハ登録検査確認機関ト読替ヘテ同項ノ規定ヲ適用ス

**第十二条**　管海官庁ハ必要アリト認ムルトキハ何時ニテモ当該官吏ヲシテ船舶又ハ第六条ノ二若ハ第六条ノ三ノ規定ニ依ル認定ヲ受ケタル者ノ事業場ニ臨検セシムルコトヲ得此ノ場合ニ於テハ当該官吏ハ其ノ身分ヲ証明スベキ証票ヲ携帯スベシ

○**2** 管海官庁ハ必要アリト認ムルトキハ船舶所有者、船長又ハ第六条ノ二若ハ第六条ノ三ノ規定ニ依ル認定ヲ受ケタル者ヲシテ船舶ノ堪航性及人命ノ安全ニ関シ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ届出ヲ為サシムルコトヲ得

○**3** 管海官庁ハ本法又ハ本法ニ基ク命令ニ違反シタル事実アリト認ムルトキハ船舶ノ航行停止其ノ他ノ処分ヲ為スコトヲ得

**第十三条**　船舶乗組員二十人未満ノ船舶ニ在リテハ其ノ二分ノ一以上、其ノ他ノ船舶ニ在リテハ乗組員十人以上ガ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ当該船舶ノ堪航性又ハ居住設備衛生設備其ノ他ノ人命ノ安全ニ関スル設備ニ付重大ナル欠陥アル旨ヲ申立テタル場合ニ於テハ管海官庁ハ其ノ事実ヲ調査シ必要アリト認ムルトキハ前条第三項ノ処分ヲ為スコトヲ要ス

**第十四条**　国土交通大臣ハ所部ノ職員ノ中ヨリ船舶検査官ヲ命ジ本法ニ定ムル検査ニ関スル事務ヲ行ハシム

**第十五条**　国土交通大臣ニ於テ第二十九条ノ七第三号ニ掲グル船舶ノ所属地ノ本法ニ該当スル法令ヲ相当ト認メタルトキハ之ニ基キタル船舶ノ堪航性又ハ人命ノ安全ニ関スル証書ハ本法ニ依リ交付シタル証書ト同一ノ効力ヲ有ス

○**2** 前項ノ規定ハ本法ニ依リ交付シタル証書ノ効力ヲ認メザル国ニ属スル船舶ニ付テハ之ヲ適用セズ

**第十六条**　削除

**第十七条**　満載吃水線ノ標示ヲ隠蔽、変更又ハ抹消シタル者ハ五十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第十八条**　船舶所有者又ハ船長左ノ各号ノ一ニ該当スルトキハ一年以下ノ懲役又ハ五十万円以下ノ罰金ニ処ス

一　国土交通省令ノ定ムル場合ヲ除キ船舶検査証書又ハ臨時航行許可証ヲ受有セザル船舶ヲ航行ノ用ニ供シタルトキ

二　航行区域ヲ超エ又ハ従業制限ニ違反シテ船舶ヲ航行ノ用ニ供シタルトキ

三　制限汽圧ヲ超エテ汽罐ヲ使用シタルトキ

**四**　最大搭載人員ヲ超エテ旅客其ノ他ノ者ヲ搭載シタルトキ

**五**　満載吃水線ヲ超エテ載荷シタルトキ

**六**　無線電信等ノ施設ヲ要スル船舶ヲ其ノ施設ナクシテ航行ノ用ニ供シタルトキ

**七**　中間検査又ハ特別検査ヲ受クベキ場合ニ於テ之ヲ受ケザル船舶ヲ航行ノ用ニ供シタルトキ

**八**　前各号ノ外船舶検査証書又ハ臨時航行許可証ニ記載シタル条件ニ違反シテ船舶ヲ航行ノ用ニ供シタルトキ

**九**　第五条ノ検査ヲ受ケタル後第二条第一項各号ニ掲グル事項若ハ無線電信等ニ付第五条第一項第三号ノ国土交通省令ヲ以テ定ムル改造若ハ修理ヲ行ヒタル場合又ハ同号ノ国土交

通省令ノ定ムルトキニ該当スル場合ニ於テ臨時検査ヲ受ケザル船舶ヲ航行ノ用ニ供シタルトキ

○**2**船長前項各号ニ掲グル違反行為ヲ為シタルトキハ船長ヲ罰スルノ外船舶所有者ニ対シ同項ノ罰金刑ヲ科ス

○**3**船長以外ノ船舶乗組員第一項各号ニ掲グル違反行為ヲ為シタルトキハ行為者ヲ罰スルノ外船長ニ対シ同項ノ罰金刑ヲ科ス

○**4**船舶所有者ノ代表者、代理人、使用人其ノ他ノ従業者（船舶乗組員ヲ除ク）船舶所有者ノ業務ニ関シ第一項各号ニ掲グル違反行為ヲ為シタルトキハ行為者ヲ罰スルノ外其ノ船舶所有者ニ対シ同項ノ罰金刑ヲ科ス

**第十九条**　詐偽其ノ他不正ノ行為ヲ以テ船舶検査証書、船舶検査済票、臨時航行許可証又ハ合格証明書ヲ受ケタル者ハ一年以下ノ懲役又ハ五十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第十九条ノ二**　船舶又ハ第二条第一項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ニシテ第六条ノ四第二項ノ規定ニ依リ確認セラレタルモノ以外ノモノニ対シテ第九条第五項ノ標示ヲ附シタル者ハ六月以下ノ懲役又ハ三十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第二十条**　船舶所有者又ハ船長第十二条又ハ第十三条ノ規定ニ依ル処分ニ違反シタルトキハ五十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第二十一条**　第十二条第一項ノ規定ニ依ル当該官吏ノ臨検ヲ拒ミ、妨ゲ若ハ忌避シ又ハ其ノ尋問ニ対シテ答弁ヲ為サズ若ハ虚偽ノ陳述ヲ為シタル者ハ三十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第二十二条**　船舶所有者、船長又ハ第六条ノ二若ハ第六条ノ三ノ規定ニ依ル認定ヲ受ケタル者第十二条第二項ノ規定ニ依ル届出ヲ為サズ又ハ虚偽ノ届出ヲ為シタルトキハ三十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第二十三条**　船舶乗組員虚偽ノ申立ヲ為シ管海官庁ヲシテ第十三条ノ規定ニ依ル調査ヲ為サシメタルトキハ三十万円以下ノ罰金ニ処ス

**第二十四条**　第十条ノ三ニ規定スル国土交通省令ニハ必要ナル罰則ヲ設クルコトヲ得

○２前項ノ罰則ニ規定スルコトヲ得ル罰ハ三十万円以下ノ罰金トス

**第二十五条**　法人ノ代表者又ハ法人若ハ人ノ代理人、使用人其ノ他ノ従業者其ノ法人又ハ人ノ業務ニ関シ第十九条乃至第二十二条ノ違反行為ヲ為シタルトキハ行為者ヲ罰スルノ外其ノ法人又ハ人ニ対シ各本条ノ罰金刑ヲ科ス

## 第二章　小型船舶検査機構

### 第一節　総則

（目的）

**第二十五条の二**　小型船舶検査機構は、小型船舶検査事務等を行うことにより、小型船舶の堪航性及び人命の安全の保持に資することを目的とする。

２　小型船舶検査機構は、前項に規定するもののほか、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和四十五年法律第百三十六号。以下「海洋汚染等防止法」という。）に基づき、小型船舶用原動機放出量確認等事務を行うことを目的とする。

３　小型船舶検査機構は、前二項に規定するもののほか、小型船舶の登録等に関する法律（平成十三年法律第百二号。以下「小型船舶登録法」という。）に基づき、登録測度事務を行うことを目的とする。

（法人格）

**第二十五条の三**　小型船舶検査機構（以下「機構」という。）は、法人とする。

（数）

**第二十五条の四**　機構は、一を限り、設立されるものとする。

**第二十五条の五**　削除

（名称）

**第二十五条の六**　機構は、その名称中に小型船舶検査機構という文字を用いなければならない。

２　機構でない者は、その名称中に小型船舶検査機構という文字を用いてはならない。

（登記）

**第二十五条の七**　機構は、政令で定めるところにより、登記しなければならない。

２　前項の規定により登記しなければならない事項は、登記の後でなければ、これをもつて第三者に対抗することができない。

（一般社団法人及び一般財団法人に関する法律 の準用）

**第二十五条の八**　一般社団法人及び一般財団法人に関する法律 （平成十八年法律第四十八号）第四条 及び第七十八条 の規定は、機構について準用する。

**第二節　設立**

（発起人）

**第二十五条の九**　機構を設立するには、船舶の堪航性及び人命の安全の保持について学識経験を有する者七人以上が発起人となることを必要とする。

（設立の認可等）

**第二十五条の十**　発起人は、定款及び事業計画書を国土交通大臣に提出して、設立の認可を申請しなければならない。

２　設立当初の役員は、定款で定めなければならない。

３　第一項の事業計画書に記載すべき事項は、国土交通省令で定める。

**第二十五条の十一**　国土交通大臣は、設立の認可をしようとするときは、前条第一項の規定による認可の申請が次の各号に適合するかどうかを審査して、これをしなければならない。

一　設立の手続並びに定款及び事業計画書の内容が法令の規定に適合するものであること。

二　定款又は事業計画書に虚偽の記載がないこと。

三　職員、設備、業務の方法その他の事項についての業務の実施に関する計画が適正なものであり、かつ、その計画を確実に遂行するに足りる経理的及び技術的な基礎を有すると認められること。

**四**　前号に定めるもののほか、事業の運営が健全に行なわれ、小型船舶の堪航性及び人命の安全の保持に資することが確実であると認められること。

**第二十五条の十二**　削除

（事務の引継ぎ）

**第二十五条の十三**　設立の認可があつたときは、発起人は、遅滞なく、その事務を機構の理事長となるべき者に引き継がなければならない。

（設立の登記）

**第二十五条の十四**　理事長となるべき者は、前条の規定による事務の引継ぎを受けたときは、遅滞なく、政令で定めるところにより、設立の登記をしなければならない。

**2**　機構は、設立の登記をすることによつて成立する。

## 第三節　管理

（定款記載事項）

**第二十五条の十五**　機構の定款には、次の事項を記載しなければならない。

一　目的

二　名称

三　事務所の所在地

**四**　役員の定数、任期、選任方法その他役員に関する事項

**五**　評議員会に関する事項

**六**　業務及びその執行に関する事項

**七**　財務及び会計に関する事項

八　定款の変更に関する事項

九　公告の方法

2　機構の定款の変更は、国土交通大臣の認可を受けなければ、その効力を生じない。

（役員）

**第二十五条の十六**　機構に、役員として、理事長、理事及び監事を置く。

（役員の職務及び権限）

**第二十五条の十七**　理事長は、機構を代表し、その業務を総理する。

2　理事は、定款で定めるところにより、理事長を補佐して機構の業務を掌理し、理事長に事故があるときはその職務を代理し、理事長が欠員のときはその職務を行なう。

3　監事は、機構の業務を監査する。

4　監事は、監査の結果に基づき、必要があると認めるときは、理事長又は国土交通大臣に意見を提出することができる。

（役員の欠格条項）

**第二十五条の十八**　次の各号の一に該当する者は、役員となることができない。

一　政府又は地方公共団体の職員（非常勤の者を除く。）

二　船舶、船舶用機関若しくは船舶用品の製造、改造、整備若しくは販売の事業を営む者又はこれらの者が法人であるときはその役員（いかなる名称によるかを問わず、これと同等以上の職権又は支配力を有する者を含む。）

三　前号に掲げる事業者の団体の役員（いかなる名称によるかを問わず、これと同等以上の職権又は支配力を有する者を含む。）

**第二十五条の十九**　機構は、役員が前条各号の一に該当するに至つたときは、その役員を解任しなければならない。

（役員の選任及び解任）

**第二十五条の二十**　役員の選任及び解任は、国土交通大臣の認可を受けなければ、その効力を生じない。

**2**　国土交通大臣は、役員が、この法律、海洋汚染等防止法 若しくは小型船舶登録法 若しくはこれらの法律に基づく命令若しくは処分、定款、業務方法書、第二十五条の二十九第一項に規定する検査事務規程、第二十五条の二十七第一項第二号に掲げる業務の実施に関する規程、海洋汚染等防止法第十九条の十一第一項 に規定する小型船舶用原動機放出量確認等事務規程若しくは小型船舶登録法第二十二条第一項 に規定する登録測度事務規程に違反する行為をしたとき、又は機構の業務に関し著しく不適当な行為をしたときは、機構に対し、期間を指定して、その役員を解任すべきことを命ずることができる。

**3**　国土交通大臣は、役員が第二十五条の十八各号のいずれかに該当するに至つた場合において機構がその役員を解任しないとき、又は機構が前項の規定による命令に従わなかつたときは、当該役員を解任することができる。

役員の兼職禁止）

**第二十五条の二十一**　役員は、営利を目的とする団体の役員となり、又は自ら営利事業に従事してはならない。ただし、国土交通大臣の承認を受けたときは、この限りでない。

代表権の制限）

**第二十五条の二十二**　機構と理事長との利益が相反する事項については、理事長は、代表権を有しない。この場合には、監事が機構を代表する。

評議員会）

**第二十五条の二十三**　機構に、その運営に関する重要事項を審議する機関として、評議員会を置く。

**2**　評議員会は、評議員二十人以内で組織する。

**3**　評議員は、機構の業務に関し学識経験を有する者のうちから、国土交通大臣の認可を受けて、理事長が任命する。

職員の任命）

**第二十五条の二十四**　機構の職員は、理事長が任命する。

職員の兼職禁止）

**第二十五条の二十五**　職員は、船舶、船舶用機関若しくは船舶用品の製造、改造、整備若しくは販売の事業を経営し、これらの事業の業務に従事し、又はこれらの事業を経営する者の団体の役員若しくは職員となつてはならない。

役員及び職員の公務員たる性質）

**第二十五条の二十六**　役員及び職員は、刑法　明治四十年法律第四十五号）その他の罰則の適用については、法令により公務に従事する職員とみなす。

**第四節　業務**

業務）

**第二十五条の二十七**　機構は、第二十五条の二第一項の目的を達成するため、次の業務を行う。

一　小型船舶検査事務

二　小型船舶又は小型船舶に係る物件に関する第六条ノ四第一項の規定による検定に関する事務

三　小型船舶の堪航性及び人命の安全の保持に関する調査、試験及び研究

**四**　前三号に掲げる業務に附帯する業務

**2**　機構は、第二十五条の二第二項の目的を達成するため、次の業務を行う。

一　海洋汚染等防止法第十九条の十第一項 に規定する小型船舶用原動機放出量確認等事務

二　前号に掲げる業務に附帯する業務

**3**　機構は、第二十五条の二第三項の目的を達成するため、次の業務を行う。

一 小型船舶登録法第二十一条第一項 に規定する登録測度事務

二 前号に掲げる業務に附帯する業務

4 機構は、前三項に規定する業務のほか、国土交通大臣の認可を受けて、第二十五条の二の目的を達成するために必要な業務を行うことができる。

（業務方法書）

**第二十五条の二十八** 機構は、業務の開始前に、業務方法書を作成し、国土交通大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

2 業務方法書に記載すべき事項は、国土交通省令で定める。

（検査事務規程）

**第二十五条の二十九** 機構は、小型船舶検査事務の開始前に、小型船舶検査事務の実施に関する規程（以下「検査事務規程」という。）を定め、国土交通大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

2 国土交通大臣は、前項の認可をした検査事務規程が小型船舶検査事務の適正かつ確実な実施上不適当となつたと認めるときは、その検査事務規程を変更すべきことを命ずることができる。

3 検査事務規程で定めるべき事項は、国土交通省令で定める。

（小型船舶検査員）

**第二十五条の三十** 機構は、小型船舶検査事務を行う場合において、小型船舶が第二条第一項の国土交通省令又は国土交通省令・農林水産省令に適合するかどうかの判定に関する業務については、小型船舶検査員に行わせなければならない。

2 小型船舶検査員は、船舶の検査又はこれに準ずる業務に関する知識及び経験に関する国土交通省令で定める要件を備える者のうちから、選任しなければならない。

3 機構は、小型船舶検査員を選任したときは、その日から十五日以内に、国土交通大臣にその旨を届け出なければならない。これを変更したときも、同様とする。

4　国土交通大臣は、小型船舶検査員が、この法律、この法律に基づく命令若しくは処分若しくは検査事務規程に違反する行為をしたとき、又は小型船舶検査事務に関し著しく不適当な行為をしたときは、機構に対し、小型船舶検査員の解任を命ずることができる。

5　前項 第二十五条の四十九第四項において準用する場合を含む。）の規定による命令により小型船舶検査員又は検定員の職を解任され、解任の日から二年を経過しない者は、小型船舶検査員となることができない。

（小型船舶の検査設備）

**第二十五条の三十一**　機構は、小型船舶検査事務を行なう事務所ごとに、国土交通省令で定めるところにより、検査設備を備え、かつ、これを維持しなければならない。

検定に関する事務を行う場合における準用）

**第二十五条の三十二**　前三条の規定は、機構が第二十五条の二十七第一項第二号に掲げる業務を行う場合について準用する。この場合において、これらの規定中 小型船舶検査事務」とあるのは 第二十五条の二十七第一項第二号に掲げる業務」と、 検査事務規程」とあるのは 検定事務規程」と、第二十五条の三十第一項中 小型船舶」とあるのは 船舶又は物件」と、 第二条第一項の国土交通省令又は国土交通省令・農林水産省令」とあるのは「これに係る第六条ノ四第一項の規定により承認を受けた型式」と、前条中 検査設備」とあるのは 検定設備」と読み替えるものとする。

**第五節　財務及び会計**

事業年度）

**第二十五条の三十三**　機構の事業年度は、毎年四月一日に始まり、翌年三月三十一日に終わる。

予算等の認可）

**第二十五条の三十四**　機構は、毎事業年度、予算及び事業計画を作成し、当該事業年度の開始前に、国土交通大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

（財務諸表）

**第二十五条の三十五**　機構は、毎事業年度、財産目録、貸借対照表及び損益計算書（次項において「財務諸表」という。）を作成し、当該事業年度の終了後三月以内に国土交通大臣に提出しなければならない。

**2**　機構は、前項の規定により財務諸表を国土交通大臣に提出するときは、これに、当該事業年度の事業報告書及び予算の区分に従い作成した決算報告書並びに財務諸表及び決算報告書に関する監事の意見書を添付しなければならない。

**第二十五条の三十六**　削除

**第二十五条の三十七**　削除

（国土交通省令への委任）

**第二十五条の三十八**　この法律に規定するもののほか、機構の財務及び会計に関し必要な事項は、国土交通省令で定める。

**第六節　監督**

（監督命令）

**第二十五条の三十九**　国土交通大臣は、この法律、海洋汚染等防止法 又は小型船舶登録法 を施行するため必要があると認めるときは、機構に対し、その業務に関し監督上必要な命令をすることができる。

（報告及び検査）

**第二十五条の四十**　国土交通大臣は、この法律、海洋汚染等防止法 又は小型船舶登録法 を施行するため必要があると認めるときは、機構に対しその業務に関し報告をさせ、又はその

職員に、機構の事務所その他の事業場に立ち入り、業務の状況若しくは帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

**2**　前項の規定により立入検査をする場合においては、当該職員は、その身分を示す証票を携帯し、かつ、関係者の請求があるときは、これを提示しなければならない。

**3**　第一項の規定による立入検査の権限は、犯罪捜査のために認められたものと解釈してはならない。

### 第七節　解散

解散）

**第二十五条の四十一**　機構の解散については、別に法律で定める。

**第二十五条の四十二**　削除

### 第八節　罰則

**第二十五条の四十三**　第二十五条の四十第一項の規定による報告をせず、又は虚偽の報告をした場合には、その違反行為をした機構の役員又は職員は、三十万円以下の罰金に処する。

**2**　第二十五条の四十第一項の規定による検査を拒み、妨げ、又は忌避した者は、三十万円以下の罰金に処する。

**第二十五条の四十四**　第二十五条の六第二項の規定に違反した者は、三十万円以下の罰金に処する。

**2**　第二十五条の規定は、前項の違反行為について準用する。

**第二十五条の四十五**　次の各号のいずれかに該当する場合には、その違反行為をした機構の役員は、二十万円以下の過料に処する。

一　この章の規定により国土交通大臣の認可又は承認を受けなければならない場合において、その認可又は承認を受けなかつたとき。

二　第二十五条の七第一項の規定による政令に違反して登記することを怠つたとき。

三　第二十五条の二十七に規定する業務以外の業務を行つたとき。

## 第三章　登録検定機関等

### 第一節　登録検定機関

（登録）

**第二十五条の四十六**　第六条ノ四第一項の規定による登録（以下この節において単に「登録」という。）は、同項の規定による検定を行おうとする者の申請により行う。

（登録の要件等）

**第二十五条の四十七**　国土交通大臣は、前条の規定により登録の申請をした者（以下この項及び次項において「登録申請者」という。）が次に掲げる要件のすべてに適合しているときは、その登録をしなければならない。この場合において、登録に関して必要な手続は、国土交通省令で定める。

一　別表第一に掲げる機械器具その他の設備を用いて検定を行うものであること。

二　次に掲げる条件のいずれかに適合する知識経験を有する者が検定を行うものであること。

**イ**　船舶又は第二条第一項各号に掲げる事項に係る物件の製造、改造、修理又は整備に関する研究、設計、工事の監督又は検査について、別表第二の上欄に掲げる学歴の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる年数以上の実務の経験を有すること。

**ロ**　船舶又は第二条第一項各号に掲げる事項に係る物件の製造、改造、修理又は整備に関する研究、設計、工事の監督又は検査について六年以上の実務の経験を有すること。

**ハ**　イ又はロに掲げる者と同等以上の知識経験を有すること。

三　登録申請者が、船舶又は第二条第一項各号に掲げる事項に係る物件の所有者又は製造、改造、修理、整備、輸入若しくは販売を業とする者（以下この号及び第二十五条の五十三第二項において「船舶関連事業者」という。）に支配されているものとして次のいずれかに該当するものでないこと。

イ　登録申請者が株式会社である場合にあつては、船舶関連事業者がその親法人（会社法（平成十七年法律第八十六号）第八百七十九条第一項に規定する親法人をいい、当該登録申請者が外国にある事務所において検定に係る業務（以下「検定業務」という。）を行おうとする者である場合にあつては、外国における会社法の親法人に相当するものを含む。）であること。

ロ　登録申請者の役員（持分会社（会社法第五百七十五条第一項に規定する持分会社をいう。）にあつては、業務を執行する社員）に占める船舶関連事業者の役員又は職員（過去二年間に当該船舶関連事業者の役員又は職員であつた者を含む。）の割合が二分の一を超えていること。

ハ　登録申請者（法人にあつては、その代表権を有する役員）が、船舶関連事業者の役員又は職員（過去二年間に当該船舶関連事業者の役員又は職員であつた者を含む。）であること。

**2**　国土交通大臣は、登録申請者が、次の各号のいずれかに該当するときは、登録をしてはならない。

一　この法律又はこの法律に基づく命令に違反し、罰金以上の刑に処せられ、その執行を終わり、又は執行を受けることがなくなつた日から二年を経過しない者

二　第二十五条の五十八第一項又は第二項の規定により登録を取り消され、その取消しの日から二年を経過しない者

三　法人であつて、その業務を行う役員のうちに前二号のいずれかに該当する者があるもの

**3**　登録は、登録検定機関登録簿に次に掲げる事項を記載してするものとする。

一　登録年月日及び登録番号

二　登録を受けた者の氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名

三　登録を受けた者が検定を行う事業所の所在地

**四**　前三号に掲げるもののほか、国土交通省令で定める事項

登録の更新）

**第二十五条の四十八**　登録は、三年を下らない政令で定める期間ごとにその更新を受けなければ、その期間の経過によつて、その効力を失う。

**2**　前二条の規定は、前項の登録の更新について準用する。

検定の義務）

**第二十五条の四十九**　登録検定機関は、検定を行うことを求められたときは、正当な理由がある場合を除き、遅滞なく、検定を行わなければならない。

**2**　登録検定機関は、公正に、かつ、第二十五条の四十七第一項第一号及び第二号に掲げる要件に適合する方法により検定を行わなければならない。

**3**　登録検定機関は、検定を行う場合において、船舶又は物件が第六条ノ四第一項の規定により承認を受けた型式に適合するかどうかの判定をするときは、当該事務を検定員に行わせなければならない。

**4**　第二十五条の三十第三項から第五項までの規定 外国にある事務所において検定業務を行う登録検定機関 以下 外国登録検定機関」という。）にあつては、同条第四項を除く。）は、前項の検定員について準用する。

登録事項の変更の届出）

**第二十五条の五十**　登録検定機関は、第二十五条の四十七第三項第二号から第四号までに掲げる事項を変更しようとするときは、変更しようとする日の二週間前までに、国土交通大臣に届け出なければならない。

検定業務規程）

**第二十五条の五十一**　登録検定機関は、検定業務の開始前に、検定業務の実施に関する規程　以下　検定業務規程」という。）を定め、国土交通大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

**2**　検定業務規程には、検定業務の実施方法、専任の管理責任者の選任その他の検定業務の信頼性を確保するための措置、検定に関する料金その他の国土交通省令で定める事項を定めておかなければならない。

**3**　国土交通大臣は、第一項の認可をした検定業務規程が検定業務の適正かつ確実な実施上不適当となつたと認めるときは、登録検定機関　外国登録検定機関を除く。）に対し、その検定業務規程を変更すべきことを命ずることができる。

業務の休廃止）

**第二十五条の五十二**　登録検定機関は、国土交通大臣の許可を受けなければ、検定業務の全部又は一部を休止し、又は廃止してはならない。

財務諸表等の備付け及び閲覧等）

**第二十五条の五十三**　登録検定機関は、毎事業年度経過後三月以内に、当該事業年度の財産目録、貸借対照表及び損益計算書又は収支計算書並びに事業報告書　その作成に代えて電磁的記録　電子的方式、磁気的方式その他の人の知覚によつては認識することができない方式で作られる記録であつて、電子計算機による情報処理の用に供されるものをいう。以下この条において同じ。）の作成がされている場合における当該電磁的記録を含む。次項、第二十五条の五十八第二項第四号及び第二十五条の六十六において　財務諸表等」という。）を作成し、国土交通大臣に提出するとともに、五年間事務所に備えて置かなければならない。

**2**　船舶関連事業者その他の利害関係人は、登録検定機関の業務時間内は、いつでも、次に掲げる請求をすることができる。ただし、第二号又は第四号の請求をするには、登録検定機関の定めた費用を支払わなければならない。

一　財務諸表等が書面をもつて作成されているときは、当該書面の閲覧又は謄写の請求

二　前号の書面の謄本又は抄本の請求

三　財務諸表等が電磁的記録をもつて作成されているときは、当該電磁的記録に記録された事項を国土交通省令で定める方法により表示したものの閲覧又は謄写の請求

**四**　前号の電磁的記録に記録された事項を電磁的方法であつて国土交通省令で定めるものにより提供することの請求又は当該事項を記載した書面の交付の請求

役員及び職員の公務員たる性質）

**第二十五条の五十四**　第二十五条の二十六の規定は、検定業務に従事する登録検定機関の役員及び職員について準用する。

適合命令）

**第二十五条の五十五**　国土交通大臣は、登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）が第二十五条の四十七第一項各号のいずれかに適合しなくなつたと認めるときは、その登録検定機関に対し、これらの規定に適合するため必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

改善命令）

**第二十五条の五十六**　国土交通大臣は、登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）が第二十五条の四十九の規定に違反していると認めるときは、その登録検定機関に対し、同条の規定による検定業務を行うべきこと又は検定の方法その他の業務の方法の改善に関し必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

準用）

**第二十五条の五十七**　第二十五条の三十第四項、第二十五条の五十一第三項、第二十五条の五十五及び前条の規定は、外国登録検定機関について準用する。この場合において、これらの規定中「命ずる」とあるのは、「請求する」と読み替えるものとする。

登録の取消し等）

**第二十五条の五十八**　国土交通大臣は、登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）が次の各号のいずれかに該当するときは、その登録を取り消し、又は期間を定めて検定業務の全部若しくは一部の停止を命ずることができる。

一　第二十五条の四十七第二項第一号又は第三号に該当するに至つたとき。

二　第二十五条の四十九第四項において準用する第二十五条の三十第四項の規定による命令に違反したとき。

三　第二十五条の五十、第二十五条の五十二、第二十五条の五十三第一項又は次条の規定に違反したとき。

**四**　第二十五条の五十一第一項の規定により認可を受けた検定業務規程によらないで検定を行つたとき。

**五**　第二十五条の五十一第三項の規定による命令に違反したとき。

**六**　正当な理由がないのに第二十五条の五十三第二項各号の規定による請求を拒んだとき。

**七**　第二十五条の五十五又は第二十五条の五十六の規定による命令に違反したとき。

**八**　不正の手段により登録を受けたとき。

**2**　国土交通大臣は、外国登録検定機関が次の各号のいずれかに該当するときは、その登録を取り消すことができる。

一　前項第一号、第三号（第二十五条の五十三第一項に係る部分を除く。）、第四号又は第八号のいずれかに該当するとき。

二　前条の規定により読み替えて準用する第二十五条の三十第四項、第二十五条の五十一第三項、第二十五条の五十五又は第二十五条の五十六の規定による請求に応じなかつたとき。

三　国土交通大臣が、外国登録検定機関が前二号のいずれかに該当すると認めて、期間を定めて検定業務の全部又は一部の停止を請求した場合において、その請求に応じなかつたとき。

**四**　第二十五条の五十三第一項の規定に違反して財務諸表等を備えて置かず、財務諸表等に記載すべき事項を記載せず、若しくは虚偽の記載をし、又は正当な理由がないのに同条第二項各号の規定による請求を拒んだとき。

**五**　国土交通大臣が、この法律を施行するため必要があると認めて、外国登録検定機関に対しその業務又は経理の状況に関し報告を求めた場合において、その報告がされず、又は虚偽の報告がされたとき。

**六**　国土交通大臣が、この法律を施行するため必要があると認めて、その職員に外国登録検定機関の事務所又は事業所に立ち入らせ、業務の状況又は帳簿、書類その他の物件を検査させようとした場合において、その検査が拒まれ、妨げられ、又は忌避されたとき。

**七**　次項の規定による費用の負担をしないとき。

**3**　前項第六号の検査に要する費用（政令で定めるものに限る。）は、当該検査を受ける外国登録検定機関の負担とする。

（帳簿の記載）

**第二十五条の五十九**　登録検定機関は、国土交通省令で定めるところにより、帳簿を備え、検定業務に関し国土交通省令で定める事項を記載し、これを保存しなければならない。

（報告の徴収）

**第二十五条の六十**　国土交通大臣は、この法律を施行するため必要があると認めるときは、登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）に対し、その業務又は経理の状況に関し報告をさせることができる。

（立入検査）

**第二十五条の六十一**　国土交通大臣は、この法律を施行するため必要があると認めるときは、その職員に、登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）の事務所又は事業所に立ち入り、業務の状況又は帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

**2**　前項の規定により立入検査をする場合においては、当該職員は、その身分を示す証票を携帯し、かつ、関係者の請求があるときは、これを提示しなければならない。

**3**　第一項の規定による立入検査の権限は、犯罪捜査のために認められたものと解釈してはならない。

（公示）

**第二十五条の六十二**　国土交通大臣は、次の場合には、その旨を官報に公示しなければならない。

一　登録をしたとき。

二　第二十五条の五十の規定による届出があつたとき。

三　第二十五条の五十二の規定による許可をしたとき。

四　第二十五条の五十八第一項の規定により登録を取り消し、又は検定業務の停止を命じたとき。

五　第二十五条の五十八第二項の規定により登録を取り消したとき。

（罰則）

**第二十五条の六十三**　第二十五条の五十八第一項（第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定による検定業務の停止の命令に違反したときは、その違反行為をした登録検定機関の役員又は職員は、一年以下の懲役又は五十万円以下の罰金に処する。

**第二十五条の六十四**　次の各号のいずれかに該当する場合には、その違反行為をした登録検定機関（外国登録検定機関を除く。）の役員又は職員は、三十万円以下の罰金に処する。

一　第二十五条の五十二（第二十五条の六十八、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の許可を受けないで検定業務の全部を廃止したとき。

二　第二十五条の六十（第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定による報告をせず、又は虚偽の報告をしたとき。

**第二十五条の六十五**　第二十五条の六十一第一項（第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定による検査を拒み、妨げ、又は忌避した者は、三十万円以下の罰金に処する。

**第二十五条の六十六**　第二十五条の五十三第一項（第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定に違反して財務諸表等を備えて置かず、財務諸表等に記載すべき事項を記載せず、若しくは虚偽の記載をし、又は正当な理由がないのに第二十五条の五十三第二項各号（第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項及び第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定による請求を拒んだ者（外国登録検定機関を除く。）は、二十万円以下の過料に処する。

**第二節　登録検査確認機関**

（登録）

**第二十五条の六十七**　第六条ノ五の規定による登録は、同条の規定による検査及び確認を行おうとする者の申請により行う。

（準用）

**第二十五条の六十八**　前節（第二十五条の四十六を除く。）の規定は、第六条ノ五の規定による登録、登録検査確認機関並びに登録検査確認機関が行う検査及び確認について準用する。この場合において、第二十五条の四十七第一項第一号中「別表第一」とあるのは「別表第三」と、同項第三号中「船舶又は」とあるのは「小型船舶又は」と、第二十五条の四十九第三項中「船舶又は物件が第六条ノ四第一項の規定により承認を受けた型式」とあるのは「小

型船舶が第二条第一項の国土交通省令又は国土交通省令・農林水産省令」と、同項及び同条第四項中 検定員」とあるのは 検査確認員」と読み替えるものとする。

### 第三節　船級協会

登録）

**第二十五条の六十九**　第八条の規定による登録は、同条の規定による検査を行おうとする者の申請により行う。

準用）

**第二十五条の七十**　第一節 第二十五条の四十六、第二十五条の四十九第一項、第三項及び第四項、第二十五条の五十二、第二十五条の五十四並びに第二十五条の五十七及び第二十五条の五十八第二項第二号 第二十五条の三十第四項の規定の準用に係る部分に限る。）を除く。）の規定は、第八条の規定による登録、船級協会及び船級協会が行う検査について準用する。この場合において、第二十五条の四十七第一項第一号中 別表第一」とあるのは、 別表第四」と読み替えるものとする。

罰則）

**第二十五条の七十一**　日本の船級協会の役員又は職員が、第八条の船舶についての第二条第一項各号に掲げる事項又は満載喫水線に関する検査 第八条の国土交通省令で定めるものを除く。）に関して、賄賂を収受し、又はその要求若しくは約束をしたときは、三年以下の懲役に処する。これによつて不正の行為をし、又は相当の行為をしなかつたときは、一年以上十年以下の懲役に処する。

**2**　前項の場合において、犯人が収受した賄賂は、没収する。その全部又は一部を没収することができないときは、その価額を追徴する。

**第二十五条の七十二**　前条第一項の賄賂を供与し、又はその申込み若しくは約束をした者は、三年以下の懲役又は百万円以下の罰金に処する。

**2**　前項の罪を犯した者が自首したときは、その刑を減軽し、又は免除することができる。

**第四章　雑則**

**第二十六条**　本法及本法ニ基ク命令中船舶所有者ニ関スル規定ハ船舶共有ノ場合ニ在リテ船舶管理人ヲ置キタルトキハ之ヲ船舶管理人ニ、船舶貸借ノ場合ニ在リテハ之ヲ船舶借入人ニ適用シ又船長ニ関スル規定ハ船長ニ代リテ其ノ職務ヲ行フ者ニ之ヲ適用ス

**第二十七条**　船舶ノ堪航性及人命ノ安全ニ関シ条約ニ別段ノ規定アルトキハ其ノ規定ニ従フ

**第二十八条**　危険物其ノ他ノ特殊貨物ノ運送及貯蔵ニ関スル事項並ニ危険及気象ノ通報其ノ他船舶航行上ノ危険防止ニ関スル事項ニシテ左ニ掲グルモノハ国土交通省令ヲ以テ之ヲ定ム

一　危険物其ノ他ノ特殊貨物ノ収納、積附其ノ他ノ運送及貯蔵ニ関スル技術的基準

二　前号ノ技術的基準ニ適合シタルコトノ検査

三　救命信号ノ使用方法其ノ他ノ危険及気象ノ通報ニ関スル事項

**四**　前三号ノ外特殊貨物ノ運送及貯蔵並ニ船舶航行上ノ危険防止ニ関シ必要ナル事項

○**2** 前項ノ国土交通省令ニハ必要ナル罰則ヲ設クルコトヲ得

○**3** 前項ノ罰則ニ規定スルコトヲ得ル罰ハ三十万円以下ノ罰金トス

○**4** 第十二条ノ規定ハ第一項ノ国土交通省令ノ施行ニ付適用アルモノトス

○**5**　第一項第二号ノ検査ハ管海官庁又ハ第七項ニ於テ準用スル第二十五条の四十六及第二十五条の四十七ノ規定ニ依リ国土交通大臣ノ登録ヲ受ケタル者（以下登録検査機関ト称ス）ガ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ之ヲ行フ

○**6**　登録検査機関ノ行フ第一項第二号ノ検査ニ付テハ第十一条第一項中管海官庁トアルハ登録検査機関ト読替ヘテ同項ノ規定ヲ適用ス

○**7**　第五項ノ登録、登録検査機関及登録検査機関ノ行フ第一項第二号ノ検査ニ付テハ前章第一節ノ規定ヲ準用ス此ノ場合ニ於テ第二十五条の四十七第一項第一号中別表第一トアル

ハ別表第五の上欄に掲げる検査の区分に応じ、それぞれ同表の下欄」、同項第二号イ及ロ中「船舶又は第二条第一項各号に掲げる事項に係る物件の製造、改造、修理又は整備に関する研究、設計、工事の監督」トアルハ「危険物その他の特殊貨物の収納、積付けその他の運送及び貯蔵の監督」、同項第三号中「船舶又は第二条第一項各号に掲げる事項に係る物件の所有者又は製造、改造、修理、整備、輸入若しくは販売」トアルハ「危険物その他の特殊貨物の収納、積付けその他の運送及び貯蔵」、第二十五条の四十九第三項中「船舶又は物件が第六条ノ四第一項の規定により承認を受けた型式」トアルハ「危険物その他の特殊貨物の収納、積付けその他の運送及び貯蔵が第二十八条第一項第一号の技術的基準」、同項及同条第四項中「検定員」トアルハ「検査員」、別表第二中「船舶又は機械」トアリ「船舶若しくは機械」トアルハ「船舶」トス

**第二十九条**　削除

**第二十九条ノ二**　削除

**第二十九条ノ三**　前各条ニ規定スルモノノ外本法並ニ船舶ノ堪航性及人命ノ安全ニ関スル条約ノ施行ニ関シ必要ナル事項ハ国土交通省令（漁船ノミニ関スルモノニ付テハ国土交通省令・農林水産省令）ヲ以テ之ヲ定ム

○**2**　前項ノ規定ニ基ク条約ノ施行ニ関スル国土交通省令ニ依ル事務ニシテ証書ノ発給ニ関スルモノハ管海官庁又ハ次項ニ於テ準用スル第二十五条の四十六及第二十五条の四十七ノ規定ニ依リ国土交通大臣ノ登録ヲ受ケタル船級協会ガ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ之ヲ行フ

○**3**　前項ノ証書ノ発給、登録及当該登録ヲ受ケタル船級協会ニ付テハ前章第一節ノ規定ヲ準用ス此ノ場合ニ於テ第二十五条の四十七第一項第一号中「別表第一」トアルハ「別表第六」、第二十五条の四十九第三項中「検定を行う場合において、船舶又は物件が第六条ノ四第一項の規定により承認を受けた型式に適合するかどうかの判定」トアルハ「船舶の堪航性及び人命の安全に関する条約に関する証書の発給」、同項及同条第四項中「検定員」トアルハ「証書発給員」トス

**第二十九条ノ四**　第一章ノ規定ニ依ル検査（登録検査確認機関又ハ船級協会ノ検査ヲ除ク以下同ジ）、認定、認可、型式承認若ハ検定（機構又ハ登録検定機関ノ検定ヲ除ク以下同ジ）又ハ検査若ハ検定ニ関スル書類ノ再交付若ハ書換（以下検査等ト称ス）ヲ受ケントスル者ハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ実費ヲ勘案シタル額ノ手数料ヲ国（機構ノ検査等ヲ受ケントスルトキハ機構）ニ納付スベシ但シ国及独立行政法人（独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第二条第一項ニ規定スル独立行政法人ニシテ当該独立行政法人ノ業務ノ内容其ノ他ノ事情ヲ勘案シテ政令ヲ以テ定ムルモノニ限ル）ニ於テ国土交通大臣又ハ管海官庁ノ検査等ヲ受ケントスルトキハ此ノ限ニ在ラズ

○**2** 前項ノ手数料ニシテ機構ニ納付サレタルモノハ機構ノ収入トス

○**3** 前条ノ規定ニ基ク条約ノ施行ニ関スル国土交通省令又ハ第二十八条第一項ノ規定ニ基ク国土交通省令ニ依ル事務ニシテ検査、証書ノ発給及貨物ノ運送方法ニ関スル承認ニ関スルモノ（登録検査機関又ハ前条第二項ノ登録ヲ受ケタル船級協会ノ事務ヲ除ク）ニ付テハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ実費ヲ勘案シタル額ノ手数料ヲ徴収スルコトヲ得

○**4** 第二条第一項ノ国土交通省令又ハ国土交通省令・農林水産省令ニ於テ同項各号ニ掲グル事項ニ係ル物件ノ工作ヲ行フ者ノ資格ニ付管海官庁ノ行フ試験ニ合格シタルコトヲ要スル旨ヲ定メタルトキハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ実費ヲ勘案シタル額ノ手数料ヲ徴収スルコトヲ得

**第二十九条ノ五**　登録検定機関若ハ登録検査確認機関又ハ機構ノ為シタル検定業務若ハ検査及確認ニ係ル業務又ハ小型船舶検査事務ニ係ル処分又ハ其ノ不作為ニ対シ不服アル者ハ第十一条第一項又ハ第四項ノ規定ニ依ル場合ヲ除クノ外国土交通大臣ニ対シ行政不服審査法（昭和三十七年法律第百六十号）ニ依ル審査請求ヲ為スコトヲ得

○**2**　登録検査機関ノ為シタル第二十八条第一項第二号ノ検査ニ係ル業務ニ係ル処分又ハ其ノ不作為ニ対シ不服アル者ハ第十一条第一項又ハ第二十八条第六項ノ規定ニ依ル場合ヲ除クノ外国土交通大臣ニ対シ行政不服審査法ニ依ル審査請求ヲ為スコトヲ得

○**3**　第二十九条ノ三第二項ノ登録ヲ受ケタル船級協会ノ為シタル証書ノ発給ニ係ル処分又ハ其ノ不作為ニ対シ不服アル者ハ国土交通大臣ニ対シ行政不服審査法 ニ依ル審査請求ヲ為スコトヲ得

**第二十九条ノ六**　第六条ノ二及第六条ノ三ニ規定スル国土交通大臣ノ職権ハ国土交通省令ノ定ムル所ニ依リ之ヲ地方運輸局長 運輸監理部長ヲ含ム）ニ委任スルコトヲ得

**第二十九条ノ七**　日本船舶ニ非ザル船舶ニシテ左ニ掲グルモノニハ政令ヲ以テ本法ノ全部又ハ一部ヲ準用ス

一　本法施行地ノ各港間又ハ湖川港湾ノミヲ航行スル船舶

二　日本船舶ヲ所有シ得ル者ノ借入レタル船舶ニシテ本法施行地ト其ノ他ノ地トノ間ノ航行ニ従事スルモノ

三　前二号ノ外本法施行地ニ在ル船舶

**第二十九条ノ八**　本法ニ基キ政令又ハ国土交通省令若ハ国土交通省令・農林水産省令ヲ定メ又ハ改廃セントスルトキハ各政令又ハ国土交通省令若ハ国土交通省令・農林水産省令ニ於テ必要ナル経過措置 罰則ニ係ルモノヲ含ム）ヲ定ムルコトヲ得

**附　則**

**第三十条**　本法施行ノ期日ハ第二条第一項第十一号ニ関スル規定、同条同項第十二号ニ関スル規定並ニ他ノ一般規定ニ付各別ニ勅令ヲ以テ之ヲ定ム

**第三十一条**　船舶検査法、船舶満載吃水線法、船舶無線電信施設法及明治六年第二百九十二号布告ハ前条ノ一般規定施行ノ日ヨリ之ヲ廃止ス

**第三十二条**　第二条第一項ノ規定ハ政令ヲ以テ定ムル総噸数二十噸未満ノ漁船ニハ当分ノ内之ヲ適用セズ

**第三十二条ノ二**　第四条第一項ノ規定ハ沿海区域ヲ航行区域トスル長サ十二メートル未満ノ船舶又ハ平水区域ヲ航行区域トスル船舶（旅客船ヲ除ク)、総噸数二十噸未満ノ漁船其ノ他之ニ類スル船舶ニシテ政令ヲ以テ定ムルモノニハ当分ノ内之ヲ適用セズ

**第三十三条**　船舶満載吃水線法ニ依リ満載吃水線ノ標示ヲ要セザリシ船舶ニシテ本法ニ依リ其ノ標示ヲ要スルモノニ付テハ命令ノ定ムル所ニ依リ満載吃水線ニ関スル検査ヲ受クル迄之ヲ標示セザルコトヲ得

**第三十四条**　本法施行前ニ生ジタル事項ニ付テハ仍旧法ニ依ル但シ船級協会ノ認定其ノ他命令ヲ以テ定ムル事項ニ付テハコノ限ニ在ラズ

**第三十五条**　船舶検査法ニ依リ船舶検査証書若ハ仮証書ヲ受有スル船舶又ハ之ヲ受有セズシテ航行ノ用ニ供スル船舶ニハ左ノ各号ノ一ニ該当スルニ至ル迄船舶検査、満載吃水線及無線電信施設ニ関シ仍旧法ニ依ル

一　航行期間満了ノ為船舶検査法ニ依リ検査ヲ受クベキトキ

二　船舶検査法ニ依リ船舶検査証書又ハ仮証書ヲ受有セズシテ航行ノ用ニ供シ得ザルニ至リタルトキ

三　船舶満載吃水線法ニ依リ満載吃水線ノ指定ヲ受クベキトキ

**第三十六条**　前条ノ船舶同条各号ノ一ニ該当スルニ至リタルトキハ命令ノ定ムル所ニ依リ検査ヲ受クベシ

○**2** 前項ノ検査ニ合格シタル船舶ニハ船舶検査証書ヲ交付ス但シ其ノ有効期間ハ四年以内ニ於テ管海官庁ノ定メタル期間トス

○**3** 前項ノ有効期間ノ満了ハ第五条第一項ノ規定ノ適用ニ付テハ之ヲ第十条ニ規定スル有効期間ノ満了ト看サス

**第三十七条**　他ノ法令中航路定限、遠洋航路、近海航路、沿海航路又ハ平水航路トアルハ各之ヲ航行区域、遠洋区域、近海区域、沿海区域又ハ平水区域トス

**附　則　昭和一二年八月一四日法律第七九号）抄**

**第六十七条**　本法施行ノ期日ハ勅令ヲ以テ之ヲ定ム

**附　則　昭和二二年一二月一九日法律第二一四号）**

この法律は、昭和二十三年一月一日からこれを施行する。

**附　則　昭和二五年五月二日法律第一三一号）抄**

施行期日）

**1**　この法律は、公布の日から起算して三十日を経過した日から施行する。

**附　則　昭和二七年六月一〇日法律第一七八号）**

この法律は、昭和二七年十一月十九日から施行する。

**附　則　昭和二八年七月二三日法律第七四号）抄**

施行期日）

**1**　この法律中第十九条の二、第二十条の二、第三十条第三号、第三十条の三、第四十九条第一号及び第四十九条第二号の改正規定は、公布の日から施行し、その他の規定は、公布の日から九十日をこえない期間内において政令で定める日から施行する。

**附　則　昭和二八年八月一日法律第一五一号）抄**

**1**　この法律は、昭和二十九年一月一日から施行する。

**附　則　昭和三七年五月一六日法律第一四〇号）抄**

**1**　この法律は、昭和三十七年十月一日から施行する。

2　この法律による改正後の規定は、この附則に特別の定めがある場合を除き、この法律の施行前に生じた事項にも適用する。ただし、この法律による改正前の規定によつて生じた効力を妨げない。

3　この法律の施行の際現に係属している訴訟については、当該訴訟を提起することができない旨を定めるこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。

4　この法律の施行の際現に係属している訴訟の管轄については、当該管轄を専属管轄とする旨のこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。

5　この法律の施行の際現にこの法律による改正前の規定による出訴期間が進行している処分又は裁決に関する訴訟の出訴期間については、なお従前の例による。ただし、この法律による改正後の規定による出訴期間がこの法律による改正前の規定による出訴期間より短い場合に限る。

6　この法律の施行前にされた処分又は裁決に関する当事者訴訟で、この法律による改正により出訴期間が定められることとなつたものについての出訴期間は、この法律の施行の日から起算する。

7　この法律の施行の際現に係属している処分又は裁決の取消しの訴えについては、当該法律関係の当事者の一方を被告とする旨のこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。ただし、裁判所は、原告の申立てにより、決定をもつて、当該訴訟を当事者訴訟に変更することを許すことができる。

8　前項ただし書の場合には、行政事件訴訟法第十八条後段及び第二十一条第二項から第五項までの規定を準用する。

**附　則　昭和三七年九月一五日法律第一六一号）抄**

1　この法律は、昭和三十七年十月一日から施行する。

**2**　この法律による改正後の規定は、この附則に特別の定めがある場合を除き、この法律の施行前にされた行政庁の処分、この法律の施行前にされた申請に係る行政庁の不作為その他この法律の施行前に生じた事項についても適用する。ただし、この法律による改正前の規定によつて生じた効力を妨げない。

**3**　この法律の施行前に提起された訴願、審査の請求、異議の申立てその他の不服申立て 以下 訴願等」という。）については、この法律の施行後も、なお従前の例による。この法律の施行前にされた訴願等の裁決、決定その他の処分 以下 裁決等」という。）又はこの法律の施行前に提起された訴願等につきこの法律の施行後にされる裁決等にさらに不服がある場合の訴願等についても、同様とする。

**4**　前項に規定する訴願等で、この法律の施行後は行政不服審査法による不服申立てをすることができることとなる処分に係るものは、同法以外の法律の適用については、行政不服審査法による不服申立てとみなす。

**5**　第三項の規定によりこの法律の施行後にされる審査の請求、異議の申立てその他の不服申立ての裁決等については、行政不服審査法による不服申立てをすることができない。

**6**　この法律の施行前にされた行政庁の処分で、この法律による改正前の規定により訴願等をすることができるものとされ、かつ、その提起期間が定められていなかつたものについて、行政不服審査法による不服申立てをすることができる期間はこの法律の施行の日から起算する。

**8**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**9**　前八項に定めるもののほか、この法律の施行に関して必要な経過措置は、政令で定める。

**10**　この法律及び行政事件訴訟法の施行に伴う関係法律の整理等に関する法律 昭和三十七年法律第百四十号）に同一の法律についての改正規定がある場合においては、当該法律は、この法律によつてまず改正され、次いで行政事件訴訟法の施行に伴う関係法律の整理等に関する法律によつて改正されるものとする。

**附　則　昭和三八年三月一五日法律第一六号）　抄**

**1**　この法律は、昭和三十八年十月一日から施行する。ただし、第四条第一項第四号の改正規定は、千九百六十年の海上における人命の安全のための国際条約が日本国について効力を生ずる日から施行する。

**2**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**附　則　昭和四三年五月一〇日法律第四四号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、千九百六十六年の満載吃水線に関する国際条約が日本国について効力を生ずる日から施行する。ただし、第四条の改正規定並びに附則第二条第三項、第三条及び第四条の規定は、昭和四十四年十月一日から施行する。

**附　則　昭和四八年九月一四日法律第八〇号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から三月を経過した日から施行する。ただし、第二条第二項の改正規定、第七条の次に一条を加える改正規定及び第三十二条の改正規定は、公布の日から起算して一年をこえない範囲内において政令で定める日から施行する。

経過措置）

**第二条**　第二条第二項の改正規定の施行前に建造され、又は建造に着手された船舶であつてこの法律による改正前の船舶安全法 以下 旧法」という。）第二条第一項の規定の適用を受けない船舶に該当し、かつ、この法律による改正後の船舶安全法 以下 新法」という。）第二条第一項の規定の適用を受けることとなるものについては、同改正規定の施行の日から起算して三年をこえない範囲内において政令で定める日まで新法第二条第一項の規定により

施設し、及び新法第五条の規定による検査を受けることを要しない。ただし、新法第九条第一項の規定により船舶検査証書の交付を受けた後においては、この限りでない。

**2**　前項の政令で定める日は、船舶の用途ごとに、その長さの長い船舶を先とし、短い船舶をあととするように定めるものとする。

**3**　第一項に規定する船舶であつて、第二条第二項の改正規定の施行の日の前日において旧法第二十九条の規定による規則の船舶の検査に関する規定の適用を受けているものに係る施設及び検査については、同改正規定の施行の日から起算して三年をこえない範囲内において当該規則に係る都道府県知事が運輸大臣の認可を受けた規則に基づき船舶ごとに指定する日までは、なお従前の例による。ただし、新法第五条の規定による検査を受けることを妨げない。この場合においては、第一項ただし書の規定を準用する。

**第三条**　この法律の施行の際現にその名称中に小型船舶検査機構という文字を用いている者については、新法第二十五条の六第二項の規定は、この法律の施行後六月間は、適用しない。

**2**　機構の最初の事業年度は、新法第二十五条の三十三の規定にかかわらず、その成立の日に始まり、翌年三月三十一日に終わるものとする。

**3**　機構の最初の事業年度の予算、事業計画及び資金計画については、新法第二十五条の三十四中「当該事業年度の開始前に」とあるのは、「機構の成立後遅滞なく」とする。

**第四条**　前二条に規定するもののほか、この法律の施行に関して必要となる経過措置は、政令で定めることができる。

（罰則に関する経過措置）

**第十三条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**附 則 昭和五五年一一月一九日法律第八五号） 抄**

施行期日）

**第一条** この法律は、昭和五十六年四月一日から施行する。

経過措置）

**第二十条** この法律の施行前にしたこの法律による改正に係る国の機関の法律若しくはこれに基づく命令の規定による許可、認可その他の処分又は契約その他の行為 以下この条において 処分等」という。）は、政令で定めるところにより、この法律による改正後のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令の規定により又はこれらの規定に基づく所掌事務の区分に応じ、相当の国の機関のした処分等とみなす。

**第二十一条** この法律の施行前にこの法律による改正に係る国の機関に対してした申請、届出その他の行為 以下この条において 申請等」という。）は、政令で定めるところにより、この法律による改正後のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令の規定により又はこれらの規定に基づく所掌事務の区分に応じ、相当の国の機関に対してした申請等とみなす。

**附 則 昭和五九年五月八日法律第二五号） 抄**

施行期日）

**第一条** この法律は、昭和五十九年七月一日から施行する。

経過措置）

**第二十三条** この法律の施行前に海運局長、海運監理部長、海運局若しくは海運監理部の支局その他の地方機関の長 以下 支局長等」という。）又は陸運局長が法律若しくはこれに基づく命令の規定によりした許可、認可その他の処分又は契約その他の行為 以下この条において 処分等」という。）は、政令 支局長等がした処分等にあつては、運輸省令）で定めるところにより、この法律による改正後のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令の規定により相

当の地方運輸局長、海運監理部長又は地方運輸局若しくは海運監理部の海運支局その他の地方機関の長 以下 海運支局長等」という。)がした処分等とみなす。

**第二十四条** この法律の施行前に海運局長、海運監理部長、支局長等又は陸運局長に対してした申請、届出その他の行為 以下この条において 申請等」という。)は、政令 支局長等に対してした申請等にあつては、運輸省令)で定めるところにより、この法律による改正後のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令の規定により相当の地方運輸局長、海運監理部長又は海運支局長等に対してした申請等とみなす。

**第二十五条** この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**附 則 昭和六〇年一二月二四日法律第一〇二号) 抄**

施行期日)

**第一条** この法律は、公布の日から施行する。

**附 則 昭和六二年五月二九日法律第四〇号) 抄**

施行期日)

**第一条** この法律は、公布の日から起算して六月を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。ただし、次条、附則第四条第二項及び附則第五条 附則第二条及び第四条第二項の準用に関する部分に限る。)の規定は、公布の日から施行する。

機構の定款の変更)

**第二条** 小型船舶検査機構 次条及び附則第四条において 機構」という。)は、この法律の施行の日までに、必要な定款の変更をし、運輸大臣の認可を受けるものとする。

**2** 前項の認可があつたときは、同項に規定する定款の変更は、この法律の施行の日にその効力を生ずる。

機構の資本金相当額の国庫への納付）

**第三条**　機構は、第一条の規定による改正前の船舶安全法第二十五条の五に規定する資本金の額に相当する金額を、この法律の施行の日において、国庫に納付しなければならない。

機構の役員に関する経過措置）

**第四条**　この法律の施行の際現に機構の理事長、理事又は監事である者は、それぞれその際第一条の規定による改正後の船舶安全法第二十五条の二十第一項の規定により、その選任について運輸大臣の認可を受けたものとみなす。

**2**　機構は、附則第二条第一項の規定による定款の変更をする場合には、前項の規定によりその選任について運輸大臣の認可を受けたものとみなされる役員の任期を当該定款に定めなければならない。

罰則に関する経過措置）

**第六条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**附　則　（平成三年五月一五日法律第七五号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、平成四年二月一日から施行する。

船舶安全法の改正に伴う経過措置）

**第二条**　平成七年一月三十一日以前に建造され、又は建造に着手された船舶であって、第一条の規定による改正前の船舶安全法（以下「旧安全法」という。）第四条第一項各号に掲げる船舶に該当するもの（第三項の規定の適用を受ける船舶を除く。）に係る無線電信又は無線電話については、平成十一年一月三十一日（同日前に第一条の規定による改正後の船舶安全法（以下「新安全法」という。）第四条第一項の規定による無線電信又は無線電話を施設し、及びこれに係る新安全法第五条第一項の規定による最初の検査に合格した船舶については、

当該検査に合格した日。第三項において同じ。）までの間は、新安全法第四条第一項の規定にかかわらず、旧安全法第四条第一項又は第二項の規定の例により施設することができる。

**2** 前項の規定により旧安全法第四条第一項又は第二項の規定の例により無線電信又は無線電話を施設した船舶に関する新安全法第五条第一項の規定の適用については、同項中「前条第一項ノ規定ノ適用アル船舶」とあるのは、「船舶安全法及び船舶職員法の一部を改正する法律（平成三年法律第七十五号）附則第二条第一項ノ規定ノ適用ヲ受クル船舶」とする。

**3** 平成七年一月三十一日以前に建造され、又は建造に着手された船舶であって、旧安全法第四条第一項各号に掲げる船舶以外の船舶又はこの法律の施行の際現に同条第三項の規定により無線電信若しくは無線電話を施設することを要しないこととされた船舶若しくはこれに相当する船舶として運輸省令で定めるものに該当し、かつ、新安全法第四条第一項の規定の適用を受けることとなるものに係る無線電信又は無線電話については、平成十一年一月三十一日までの間は、新安全法第四条第一項の規定により施設し、及び新安全法第五条第一項の規定による検査を受けることを要しない。

（罰則に関する経過措置）

**第四条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

**第五条**　附則第二条から前条までに定めるもののほか、この法律の施行に関して必要となる経過措置は、政令で定めることができる。

（準用）

**第六条**　船舶職員及び小型船舶操縦者法第十七条から第十七条の三までの規定は電子通信移行講習並びに附則第三条の登録及びその更新について、同法第十七条の四から第十七条の十三まで及び第十七条の十五（同条第五号を除く。）の規定は登録電子通信移行講習、

登録電子通信移行講習を行う者（以下「登録電子通信移行講習実施機関」という。）及び登録電子通信移行講習の実施に関する事務について準用する。この場合において、同法第十七条の二第一項中「別表第一の上欄に掲げる海技免許講習の種類に応じ、それぞれ同表の中欄」とあるのは、「三級海技士（通信）又は三級海技士（通信）の資格に応じ、それぞれ船舶安全法及び船舶職員法の一部を改正する法律別表の上欄」と読み替えるほか、必要な技術的読替えは、政令で定める。

**附　則**　**（平成五年五月二一日法律第五〇号）**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から起算して一年を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。

（経過措置）

**第二条**　この法律による改正前の船舶安全法（以下「旧法」という。）第六条ノ五第一項に規定する小型船舶以外の船舶に該当し、かつ、この法律による改正後の船舶安全法（以下「新法」という。）第六条ノ五第一項に規定する小型船舶に該当することとなるもの（新法第七条ノ二第一項の命令で定める小型船舶を除く。以下「新小型船舶」という。）に係る新法第一章に規定する検査（特別検査及び再検査を除く。）に関する事務（新法第九条第一項の規定による船舶検査済票の交付に係るものを除く。以下「検査事務」という。）であって、この法律の施行の際現にされている申請に係るものについては、新法第七条ノ二第一項の規定にかかわらず、なお従前の例による。

**2**　前項の場合における新法第九条第一項の規定による船舶検査済票の交付については、新法第七条ノ二第一項の規定により読み替えて適用する新法第九条第一項の規定にかかわらず、管海官庁がこれを行う。

3　旧法第六条ノ五第一項に規定する小型船舶（旧法第七条ノ二第一項の命令で定める小型船舶を除く。）に該当し、かつ、新法第六条ノ五第一項に規定する小型船舶に該当しないこととなるもの（以下「旧小型船舶」という。）に係る検査事務であって、この法律の施行の際現にされている申請に係るものについては、新法第七条ノ二第一項の規定にかかわらず、なお従前の例による。

4　第一項に定めるもののほか、新小型船舶であって、この法律の施行前に建造され、又は建造に着手されたもののうち、管海官庁が検査事務を行うことが適当であるものとして国土交通省令で定める船舶に係る検査事務については、新法第七条ノ二第一項の規定にかかわらず、なお従前の例による。

5　第二項の規定は、前項の場合における新法第九条第一項の規定による船舶検査済票の交付について準用する。

**第三条**　前条第一項及び第四項の規定によりなお従前の例によることとされる場合を除き、新小型船舶に対して旧法第九条の規定により交付された船舶検査証書、臨時航行許可証及び合格証明書（以下「船舶検査証書等」という。）、同条第三項の規定により付された証印及び旧法第十条ノ二の規定により交付された船舶検査手帳は、それぞれ新法第七条ノ二第一項の規定により読み替えて適用する新法第九条の規定により交付された船舶検査証書等、同条第三項の規定により付された証印及び新法第七条ノ二第一項の規定により読み替えて適用する新法第十ノ二の規定により交付された船舶検査手帳とみなす。

2　前条第三項の規定によりなお従前の例によることとされる場合を除き、旧小型船舶に対して旧法第七条ノ二第一項の規定により読み替えて適用する旧法第九条の規定により交付された船舶検査証書等、同条第三項の規定により付された証印及び旧法第七条ノ二第一項の規定により読み替えて適用する旧法第十条ノ二の規定により交付された船舶検査手帳は、それぞれ新法第九条の規定により交付された船舶検査証書等、同条第三項の規定により付された証印及び新法第十条ノ二の規定により交付された船舶検査手帳とみなす。

**第四条**　旧法第六条ノ五第一項に規定する小型船舶以外の船舶に該当し、かつ、新法第六条ノ五第一項に規定する小型船舶に該当することとなるものであって、この法律の施行前に建造された船舶に係る船舶検査証書及び船舶検査済票の備置き又は掲示については、この法律の施行の日以後最初に行われる新法第五条第一項の規定による定期検査に合格するまでの間は、なお従前の例による。

（罰則に関する経過措置）

**第五条**　この法律の施行前にした行為及び附則第二条第一項、第三項若しくは第四項又は前条の規定によりなお従前の例によることとされる場合におけるこの法律の施行後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

**第六条**　附則第二条から前条までに定めるもののほか、この法律の施行に関し必要となる経過措置（罰則に関する経過措置を含む。）は、政令で定めることができる。

**附　則　（平成九年六月一一日法律第七八号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から起算して三月を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。ただし、次の各号に掲げる規定は、当該各号に定める日から施行する。

一　第一条中船舶安全法第六条第二項の改正規定　公布の日

（船舶安全法の改正に伴う経過措置）

**第二条**　この法律の施行の際現に交付されている船舶検査証書の有効期間については、なお従前の例による。

**附　則　（平成一一年七月一六日法律第八七号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、平成十二年四月一日から施行する。ただし、次の各号に掲げる規定は、当該各号に定める日から施行する。

一　第一条中地方自治法第二百五十条の次に五条、節名並びに二款及び款名を加える改正規定（同法第二百五十条の九第一項に係る部分（両議院の同意を得ることに係る部分に限る。）に限る。）、第四十条中自然公園法附則第九項及び第十項の改正規定（同法附則第十項に係る部分に限る。）、第二百四十四条の規定（農業改良助長法第十四条の三の改正規定に係る部分を除く。）並びに第四百七十二条の規定（市町村の合併の特例に関する法律第六条、第八条及び第十七条の改正規定に係る部分を除く。）並びに附則第七条、第十条、第十二条、第五十九条ただし書、第六十条第四項及び第五項、第七十三条、第七十七条、第百五十七条第四項から第六項まで、第百六十条、第百六十三条、第百六十四条並びに第二百二条の規定　公布の日

（国等の事務）

**第百五十九条**　この法律による改正前のそれぞれの法律に規定するもののほか、この法律の施行前において、地方公共団体の機関が法律又はこれに基づく政令により管理し又は執行する国、他の地方公共団体その他公共団体の事務（附則第百六十一条において「国等の事務」という。）は、この法律の施行後は、地方公共団体が法律又はこれに基づく政令により当該地方公共団体の事務として処理するものとする。

（処分、申請等に関する経過措置）

**第百六十条**　この法律（附則第一条各号に掲げる規定については、当該各規定。以下この条及び附則第百六十三条において同じ。）の施行前に改正前のそれぞれの法律の規定によりされた許可等の処分その他の行為（以下この条において「処分等の行為」という。）又はこの法律の施行の際現に改正前のそれぞれの法律の規定によりされている許可等の申請その他の行為（以下この条において「申請等の行為」という。）で、この法律の施行の日においてこれらの行為に係る行政事務を行うべき者が異なることとなるものは、附則第二条から前条ま

での規定又は改正後のそれぞれの法律（これに基づく命令を含む。）の経過措置に関する規定に定めるものを除き、この法律の施行の日以後における改正後のそれぞれの法律の適用については、改正後のそれぞれの法律の相当規定によりされた処分等の行為又は申請等の行為とみなす。

**2**　この法律の施行前に改正前のそれぞれの法律の規定により国又は地方公共団体の機関に対し報告、届出、提出その他の手続をしなければならない事項で、この法律の施行の日前にその手続がされていないものについては、この法律及びこれに基づく政令に別段の定めがあるもののほか、これを、改正後のそれぞれの法律の相当規定により国又は地方公共団体の相当の機関に対して報告、届出、提出その他の手続をしなければならない事項についてその手続がされていないものとみなして、この法律による改正後のそれぞれの法律の規定を適用する。

（不服申立てに関する経過措置）

**第百六十一条**　施行日前にされた国等の事務に係る処分であって、当該処分をした行政庁（以下この条において「処分庁」という。）に施行日前に行政不服審査法に規定する上級行政庁（以下この条において「上級行政庁」という。）があったものについての同法による不服申立てについては、施行日以後においても、当該処分庁に引き続き上級行政庁があるものとみなして、行政不服審査法の規定を適用する。この場合において、当該処分庁の上級行政庁とみなされる行政庁は、施行日前に当該処分庁の上級行政庁であった行政庁とする。

**2**　前項の場合において、上級行政庁とみなされる行政庁が地方公共団体の機関であるときは、当該機関が行政不服審査法の規定により処理することとされる事務は、新地方自治法第二条第九項第一号に規定する第一号法定受託事務とする。

（手数料に関する経過措置）

**第百六十二条**　施行日前においてこの法律による改正前のそれぞれの法律（これに基づく命令を含む。）の規定により納付すべきであった手数料については、この法律及びこれに基づく政令に別段の定めがあるもののほか、なお従前の例による。

（罰則に関する経過措置）

**第百六十三条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（その他の経過措置の政令への委任）

**第百六十四条**　この附則に規定するもののほか、この法律の施行に伴い必要な経過措置（罰則に関する経過措置を含む。）は、政令で定める。

**2**　附則第十八条、第五十一条及び第百八十四条の規定の適用に関して必要な事項は、政令で定める。

（検討）

**第二百五十条**　新地方自治法第二条第九項第一号に規定する第一号法定受託事務については、できる限り新たに設けることのないようにするとともに、新地方自治法別表第一に掲げるもの及び新地方自治法に基づく政令に示すものについては、地方分権を推進する観点から検討を加え、適宜、適切な見直しを行うものとする。

**第二百五十一条**　政府は、地方公共団体が事務及び事業を自主的かつ自立的に執行できるよう、国と地方公共団体との役割分担に応じた地方税財源の充実確保の方途について、経済情勢の推移等を勘案しつつ検討し、その結果に基づいて必要な措置を講ずるものとする。

**第二百五十二条**　政府は、医療保険制度、年金制度等の改革に伴い、社会保険の事務処理の体制、これに従事する職員の在り方等について、被保険者等の利便性の確保、事務処理の効率化等の視点に立って、検討し、必要があると認めるときは、その結果に基づいて所要の措置を講ずるものとする。

**附　則　（平成一一年一二月二二日法律第一六〇号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律　第二条及び第三条を除く。）は、平成十三年一月六日から施行する。

**附　則　（平成一一年一二月二二日法律第二二〇号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律　第一条を除く。）は、平成十三年一月六日から施行する。

政令への委任）

**第四条**　前二条に定めるもののほか、この法律の施行に関し必要な事項は、政令で定める。

**附　則　（平成一三年七月四日法律第一〇二号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から起算して一年を超えない範囲内において政令で定める日以下　施行日」という。）から施行する。

**附　則　（平成一四年五月三一日法律第五四号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、平成十四年七月一日から施行する。

経過措置）

**第二十八条**　この法律の施行前にこの法律による改正前のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令　以下　旧法令」という。）の規定により海運監理部長、陸運支局長、海運支局長又は陸運支局の事務所の長　以下　海運監理部長等」という。）がした許可、認可その他の処分又は契約その他の行為　以下　処分等」という。）は、国土交通省令で定めるところにより、この法律による改正後のそれぞれの法律若しくはこれに基づく命令　以下　新法令」という。）の規

定により相当の運輸監理部長、運輸支局長又は地方運輸局、運輸監理部若しくは運輸支局の事務所の長 以下 運輸監理部長等」という。）がした処分等とみなす。

**第二十九条**　この法律の施行前に旧法令の規定により海運監理部長等に対してした申請、届出その他の行為 以下 申請等」という。）は、国土交通省令で定めるところにより、新法令の規定により相当の運輸監理部長等に対してした申請等とみなす。

**第三十条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

**附 則 平成一五年六月一八日法律第九六号） 抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、平成十六年三月一日から施行する。

船舶安全法の一部改正に伴う経過措置）

**第二条**　第一条の規定による改正後の船舶安全法 以下この条及び附則第九条において 新船舶安全法」という。）第六条ノ四第一項の登録、第六条ノ五の登録、第八条の登録、第二十八条第五項の登録又は第二十九条ノ三第二項の登録を受けようとする者は、第一条の規定の施行前においても、その申請を行うことができる。新船舶安全法第二十五条の五十一第一項 新船舶安全法第二十五条の六十八、第二十五条の七十、第二十八条第七項又は第二十九条ノ三第三項において準用する場合を含む。）の規定による検定業務規程その他の規程の認可の申請についても、同様とする。

**2**　第一条の規定の施行の際現に同条の規定による改正前の船舶安全法 以下この条及び附則第九条において 旧船舶安全法」という。）第六条ノ四第一項の指定、第六条ノ五第一項の認定、第八条第一項の認定、第二十八条第一項の規定に基づく国土交通省令の規定による新船舶安全法第二十八条第五項の登録に相当する処分又は旧船舶安全法第二十九条ノ三の規定に基づく国土交通省令の規定による新船舶安全法第二十九条ノ三第二項の登録に

相当する処分を受けている者は、第一条の規定の施行の日から起算して六月を経過する日までの間は、それぞれ新船舶安全法第六条ノ四第一項の登録、第六条ノ五の登録、第八条の登録、第二十八条第五項の登録又は第二十九条ノ三第二項の登録を受けているものとみなす。

3　第一条の規定の施行前にされた旧船舶安全法第六条ノ四第一項の規定による検定の申請又は旧船舶安全法第六条ノ五第一項の規定による検査及び確認の申請であって、第一条の規定の施行の際、合格又は不合格の処分がなされていないものについての処分については、なお従前の例による。

4　第一条の規定の施行の際現に旧船舶安全法第六条ノ四第一項の指定を受けている者が行うべき第一条の規定の施行の日の属する事業年度の決算報告書及び事業報告書の作成並びにこれらの書類の国土交通大臣に対する提出については、なお従前の例による。

5　第一条の規定の施行前に旧船舶安全法第六条ノ四第一項の規定により指定検定機関がした検定（第三項の規定によりなお従前の例によることとされる場合におけるものを含む。）に係る再検定及びその取消しの訴えについては、なお従前の例による。

（船舶安全法及び船舶職員法の一部を改正する法律の一部改正に伴う経過措置）

**第十一条**　第十条の規定による改正後の船舶安全法及び船舶職員法の一部を改正する法律（以下この条において「新一部改正法」という。）附則第三条の登録を受けようとする者は、第十条の規定の施行前においても、その申請を行うことができる。新一部改正法附則第六条において準用する新船舶職員法第十七条の六第一項の規定による登録電子通信移行講習の実施に関する事務に関する規程の届出についても、同様とする。

2　第十条の規定の施行の際現に同条の規定による改正前の船舶安全法及び船舶職員法の一部を改正する法律附則第三条の指定を受けている講習は、第十条の規定の施行の日から起算して六月を経過する日までの間は、新一部改正法附則第三条の登録を受けている講習とみなす。

（処分、手続等の効力に関する経過措置）

**第十四条**　附則第二条から前条までに規定するもののほか、この法律の施行前にこの法律による改正前のそれぞれの法律（これに基づく命令を含む。）の規定によってした処分、手続その他の行為であって、この法律による改正後のそれぞれの法律（これに基づく命令を含む。）中相当する規定があるものは、これらの規定によってした処分、手続その他の行為とみなす。

（罰則の適用に関する経過措置）

**第十五条**　この法律の施行前にした行為及びこの附則の規定によりなお従前の例によることとされる場合におけるこの法律の施行後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（その他の経過措置の政令への委任）

**第十六条**　附則第二条から前条までに定めるもののほか、この法律の施行に関し必要となる経過措置（罰則に関する経過措置を含む。）は、政令で定める。

**附　則　（平成一六年四月二一日法律第三六号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、千九百七十三年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する千九百七十八年の議定書によって修正された同条約を改正する千九百九十七年の議定書（以下「第二議定書」という。）が日本国について効力を生ずる日（以下「施行日」という。）から施行する。

**附　則　（平成一七年七月二六日法律第八七号）　抄**

この法律は、会社法の施行の日から施行する。

**附　則　（平成一八年六月二日法律第五〇号）**

この法律は、一般社団・財団法人法の施行の日から施行する。

**附　則　（平成二三年六月二四日法律第七四号）　抄**

施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から起算して二十日を経過した日から施行する。

別表第一　第二十五条の四十七関係）

一　寸法計測器具

二　ストップウォッチ

三　質量計

四　温度計

五　湿度計

六　気圧計

七　圧力計

八　マノメータ

九　流量計

十　比重計

十一　引張強度試験機

十二　曲げ破壊試験機

十三　硬度測定機

十四　分光分析器

十五　クロマトグラフ分析器

十六　照度計

十七　測距計

十八　回転計

十九　濃度計

二十　電圧計

二十一　電流計

二十二　周波数計

二十三　高周波電力計

二十四　マイクロ波尖頭電力計

二十五　シンクロスコープ

二十六　スペクトル分析器

二十七　絶縁抵抗計

二十八　音圧計

二十九　動力計

別表第二（第二十五条の四十七関係）

| 学歴 | 年数 |
| --- | --- |
| 学校教育法（昭和二十二年法律第二十六号）による大学院若しくは大学（短期大学を除く。）又は旧大学令（大正七年勅令第三百八十八号）による大学（以下「大学等」という。）において船舶又は機械に関する学科を修得して卒業した者 | 一年 |
| 大学等において船舶若しくは機械に関する学科以外の工学に関する学科を修得して卒業した者又は学校教育法による短期大学若しくは高等専門学校若しくは旧専門学校令（明治三十六年勅令第六十一号）による専門学校（以下「短期大学等」という。）において船舶又は機械に関する学科を修得して卒業した者 | 二年 |
| 短期大学等において船舶若しくは機械に関する学科以外の工学に関する学科を修得して卒業した者又は学校教育法による高等学校若しくは中等教育学校若しくは旧中等学校令（昭和十八年勅令第三十六号）による実業学校において船舶又は機械に | 四年 |

| | |
|---|---|
| 関する学科を修得して卒業した者 | |

別表第三　第二十五条の六十八関係）

一　ストップウォッチ

二　板厚計測装置

三　温度計

四　圧力計

五　回転計

六　ファイバースコープ

七　絶縁抵抗計

別表第四　第二十五条の七十関係）

一　別表第一に掲げるもの

二　船速計

三　板厚計測装置

四　衝撃試験装置

五　探傷装置

六　傾斜測定装置

七　動的釣合試験装置

八　ファイバースコープ

別表第五　第二十八条関係）

| 検査 | 機械器具その他の設備 |
|---|---|
| 一　危険物の収納、積付けその他の運送及び貯蔵に関する技 | 一　寸法計測器具 |

| | |
|---|---|
| 術的基準への適合性の検査 | 二　質量計<br>三　圧力計<br>四　放射線測定器 |
| 二　危険物以外の特殊貨物の収納、積付けその他の運送に関する技術的基準への適合性の検査 | 一　フローテーブル法運送許容水分値測定器<br>二　貫入法運送許容水分値測定器<br>三　質量計 |

別表第六　第二十九条の三関係）

一　タイプライター又はワードプロセッサ及びプリンター

# 添　付　資　料 3

航路標識法

航路標識法

**航路標識法**

**（昭和二十四年五月二十四日法律第九十九号）**

最終改正：平成一六年六月九日法律第八四号

（この法律の目的及び用語の定義）

**第一条**　この法律は、航路標識を整備し、その合理的且つ能率的な運営を図ることによつて船舶交通の安全を確保し、あわせて船舶の運航能率の増進を図ることを目的とする。

**2**　この法律において「航路標識」とは、灯光、形象、彩色、音響、電波等の手段により港、湾、海峡その他の日本国の沿岸水域を航行する船舶の指標とするための灯台、灯標、立標、浮標、霧信号所、無線方位信号所その他の施設をいう。

（航路標識の設置及び管理）

**第二条**　航路標識の設置及び管理は、海上保安庁が行う。但し、海上保安庁以外の者においても、その者が行う事業又は事務の用に供するため、国土交通省令の定めるところにより海上保安庁長官の許可を受けて、その者の費用で、航路標識を設置し、又は管理することができる。

**第三条**　前条但書の規定により許可を受けて設置した航路標識の所有者又は管理者は、当該航路標識の機能に支障が生じないように努めなければならない。

**2**　海上保安庁以外の者が設置した航路標識がその所有者又は管理者の責に帰すべき事由又は通常予想すべき事由によつて、その機能に支障をきたし、船舶交通の安全に障害を生じたときは、海上保安庁長官は、当該所有者又は管理者に対し、その障害の除去のために必要な措置をすべきことを命ずることができる。

**第四条**　前条第二項に規定する場合の外、船舶交通の安全を図るため必要があると認めるときは、海上保安庁長官は、海上保安庁以外の者が設置した航路標識の所有者又は管理者

に対し、当該航路標識の改善、移転、撤去その他必要な措置をすべきことを命ずることができる。

**2**　船舶交通の安全を図るために特に必要があると認めるときは、海上保安庁長官は、国土交通省令の定めるところにより、海上保安庁以外の者が設置し、又は管理する航路標識を直接に管理し、又は収用することができる。

（航路標識の現状の変更）

**第五条**　海上保安庁以外の者が設置した航路標識の管理者が、その航路標識を廃止し、その位置を変更し、その他その現状を変更しようとするときは、国土交通省令の定めるところにより、海上保安庁長官の許可を受けなければならない。

**2**　前項の管理者は、その管理している航路標識の現状に変更があつたときは、国土交通省令の定めるところにより、直ちに、その旨を海上保安庁長官に報告しなければならない。

（航路標識の告示）

**第六条**　海上保安庁長官は、航路標識が新たに設置されたとき、又は航路標識の廃止、位置の変更その他その現状に変更があつたときは、直ちに、その旨を告示しなければならない。

（事故発見者の報告義務）

**第七条**　航路標識に事故のあることを発見した者は、直ちに、その旨を海上保安庁又はもよりの管区海上保安本部若しくはその事務所に通報しなければならない。

（灯火等の制限）

**第八条**　何人も、みだりに航路標識と誤認される虞がある灯火を使用し、又は音響を発してはならない。

**2**　海上保安官は、前項に規定する行為をし、又はしようとしている者に対し、当該灯火又は音響の消滅その他航路標識と誤認されないようにするため必要な措置をすべきことを命ずることができる。

（工事等の制限）

**第九条**　航路標識の機能の障害となる虞のある建築物の建設、沈没物の引揚その他の工事又は作業をする者は、その障害を防ぐため必要な措置をしなければならない。

**2**　海上保安庁長官は、前項に規定する工事又は作業についてその権原を有する者に対し、航路標識の機能の障害を防ぐため必要な措置をすべきことを命ずることができる。

植物についての制限）

**第十条**　何人も、航路標識の附近に、当該航路標識の視認を妨げる虞のある植物を植えてはならない。

**2**　海上保安庁長官は、前項の規定に違反して植えられた植物についてその権原を有する者に対し、当該植物の航路標識の障害となる部分の除去、移植その他必要な措置をすべきことを命ずることができる。植物が成長して航路標識の視認を妨げるに至つたときも同様である。

**3**　航路標識を設置したときに現にあつた植物が当該航路標識の視認を妨げ、又は妨げるようになつたときは、海上保安庁長官は、その権原を有する者に対し、障害となる部分の除去、移植その他必要な措置をすべきことを命ずることができる。

船舶についての制限）

**第十一条**　船舶（はしけ、いかだその他の船舶に類似する工作物を含む。以下同じ。）は、みだりに航路標識に損傷を及ぼす虞のあるほどこれに接近して航行させてはならない。

**2**　船舶は、航路標識にけい留させてはならない。

**3**　船舶は、航路標識の視認を妨げ、又は航路標識に接触する虞のある場所に停泊又は停留させてはならない。

（汚損行為の禁止）

**第十二条**　何人も、航路標識をよごし、又は損傷を及ぼす虞のある行為をしてはならない。

損失補償）

**第十三条**　第四条第一項若しくは第二項又は第十条第三項の規定によつて生じた損失に対しては、左に定めるところにより補償をするものとする。

一　補償の額は、第四条第一項の場合にあつては当該航路標識の改善、移転、撤去その他の措置をするのに通常要すべき費用、同条第二項の規定により航路標識を収用する場合にあつては当該航路標識を建設するとすれば通常要すべき費用から当該航路標識の減価部分に相当する額を控除した額、第十条第三項の場合にあつては植物の障害となる部分の除去、移植その他の措置をするのに通常要すべき費用及び時価によつて算定した当該植物についての損失額に相当する金額とする。

二　補償を受けようとする者は、海上保安庁長官に、補償を受けたいと思う金額を記載した申請書を提出しなければならない。

三　海上保安庁長官は、前号の申請があつたときは、遅滞なく補償すべき金額を決定しなければならない。この場合において海上保安庁長官は、当該申請人に対しあらかじめ期日及び場所を通知してその申立を聞かなければならない。

**2**　前項第三号の決定に不服がある者は、その決定を知つた日から六箇月以内に、訴えをもつて補償の額の増額を請求することができる。

**3**　前項の訴えにおいては、国を被告とする。

聴聞の特例）

**第十四条**　海上保安庁長官又は海上保安官は、第八条第二項、第九条第二項又は第十条第二項若しくは第三項の規定による命令をしようとするときは、行政手続法　平成五年法律第八十八号）第十三条第一項　の規定による意見陳述のための手続の区分にかかわらず、聴聞を行わなければならない。

**2**　前項の聴聞の主宰者は、行政手続法第十七条第一項　の規定により当該命令に係る関係人が当該聴聞に関する手続に参加することを求めたときは、これを許可しなければならない。

**第十五条**　削除

罰則）

**第十六条**　第十一条の規定に違反した者は、一万円以下の罰金に処する。

**第十七条**　左の各号の一に該当する者は、五千円以下の罰金に処する。

一　第八条第二項、第九条第二項又は第十条第二項若しくは第三項の規定による命令に違反した者

二　第十二条の規定に違反した者

**附 則 抄**

**1**　この法律は、昭和二十四年六月一日から施行する。

**2**　航路標識条例（明治二十一年勅令第六十七号）は、廃止する。

**3**　航路標識条例第一条又は第二条第一項の規定により設置された航路標識であつて、この法律施行の際、現に海上保安庁以外の者が管理するものは、第二条の規定により海上保安庁長官の許可を受けて設置し、及び管理するものとみなす。

**附 則　（昭和二五年五月二三日法律第一九八号） 抄**

**1**　この法律は、昭和二十五年六月一日から施行する。

**附 則　（昭和三七年五月一六日法律第一四〇号） 抄**

**1**　この法律は、昭和三十七年十月一日から施行する。

**2**　この法律による改正後の規定は、この附則に特別の定めがある場合を除き、この法律の施行前に生じた事項にも適用する。ただし、この法律による改正前の規定によつて生じた効力を妨げない。

**3**　この法律の施行の際現に係属している訴訟については、当該訴訟を提起することができない旨を定めるこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。

**4**　この法律の施行の際現に係属している訴訟の管轄については、当該管轄を専属管轄とする旨のこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。

5　この法律の施行の際現にこの法律による改正前の規定による出訴期間が進行している処分又は裁決に関する訴訟の出訴期間については、なお従前の例による。ただし、この法律による改正後の規定による出訴期間がこの法律による改正前の規定による出訴期間より短い場合に限る。

6　この法律の施行前にされた処分又は裁決に関する当事者訴訟で、この法律による改正により出訴期間が定められることとなつたものについての出訴期間は、この法律の施行の日から起算する。

7　この法律の施行の際現に係属している処分又は裁決の取消しの訴えについては、当該法律関係の当事者の一方を被告とする旨のこの法律による改正後の規定にかかわらず、なお従前の例による。ただし、裁判所は、原告の申立てにより、決定をもつて、当該訴訟を当事者訴訟に変更することを許すことができる。

8　前項ただし書の場合には、行政事件訴訟法第十八条後段及び第二十一条第二項から第五項までの規定を準用する。

**附　則　昭和三七年九月一五日法律第一六一号）抄**

1　この法律は、昭和三十七年十月一日から施行する。

2　この法律による改正後の規定は、この附則に特別の定めがある場合を除き、この法律の施行前にされた行政庁の処分、この法律の施行前にされた申請に係る行政庁の不作為その他この法律の施行前に生じた事項についても適用する。ただし、この法律による改正前の規定によつて生じた効力を妨げない。

3　この法律の施行前に提起された訴願、審査の請求、異議の申立てその他の不服申立て（以下「訴願等」という。）については、この法律の施行後も、なお従前の例による。この法律の施行前にされた訴願等の裁決、決定その他の処分（以下「裁決等」という。）又はこの法律

の施行前に提起された訴願等につきこの法律の施行後にされる裁決等にさらに不服がある場合の訴願等についても、同様とする。

4　前項に規定する訴願等で、この法律の施行後は行政不服審査法による不服申立てをすることができることとなる処分に係るものは、同法以外の法律の適用については、行政不服審査法による不服申立てとみなす。

5　第三項の規定によりこの法律の施行後にされる審査の請求、異議の申立てその他の不服申立ての裁決等については、行政不服審査法による不服申立てをすることができない。

6　この法律の施行前にされた行政庁の処分で、この法律による改正前の規定により訴願等をすることができるものとされ、かつ、その提起期間が定められていなかつたものについて、行政不服審査法による不服申立てをすることができる期間は、この法律の施行の日から起算する。

8　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

9　前八項に定めるもののほか、この法律の施行に関して必要な経過措置は、政令で定める。

10　この法律及び行政事件訴訟法の施行に伴う関係法律の整理等に関する法律（昭和三十七年法律第百四十号）に同一の法律についての改正規定がある場合においては、当該法律は、この法律によつてまず改正され、次いで行政事件訴訟法の施行に伴う関係法律の整理等に関する法律によつて改正されるものとする。

**附　則　（平成五年一一月一二日法律第八九号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、行政手続法（平成五年法律第八十八号）の施行の日から施行する。

（諮問等がされた不利益処分に関する経過措置）

**第二条**　この法律の施行前に法令に基づき審議会その他の合議制の機関に対し行政手続法第十三条に規定する聴聞又は弁明の機会の付与の手続その他の意見陳述のための手続に

相当する手続を執るべきことの諮問その他の求めがされた場合においては、当該諮問その他の求めに係る不利益処分の手続に関しては、この法律による改正後の関係法律の規定にかかわらず、なお従前の例による。

（罰則に関する経過措置）

**第十三条**　この法律の施行前にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（聴聞に関する規定の整理に伴う経過措置）

**第十四条**　この法律の施行前に法律の規定により行われた聴聞、聴問若しくは聴聞会（不利益処分に係るものを除く。）又はこれらのための手続は、この法律による改正後の関係法律の相当規定により行われたものとみなす。

（政令への委任）

**第十五条**　附則第二条から前条までに定めるもののほか、この法律の施行に関して必要な経過措置は、政令で定める。

**附　則　（平成一一年一二月二二日法律第一六〇号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律（第二条及び第三条を除く。）は、平成十三年一月六日から施行する。

**附　則　（平成一六年六月九日法律第八四号）　抄**

（施行期日）

**第一条**　この法律は、公布の日から起算して一年を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。

（検討）

**第五十条**　政府は、この法律の施行後五年を経過した場合において、新法の施行の状況について検討を加え、必要があると認めるときは、その結果に基づいて所要の措置を講ずるものとする。

# 添　付　資　料　4

国外調査報告書・参考資料

# *References GL Renewables*
# *Offshore Project Certification*

**Germany**

| | |
|---|---|
| • Alpha Ventus | Project Certification, Marine Warranty Survey |
| • Amrumbank West | Project Certification BSH first release, Met Mast Certification, Risk Analysis |
| • Baltic I | Project Certification (partly), Risk Analysis |
| • Baltic 2 | Project Certification, Risk Analysis |
| • Bard Offshore I | Project Certification, Marine Warranty Survey, Risk Analysis |
| • Bard Deutsche Bucht | Project Certification, AIS Ship Traffic Analysis, Risk Analysis |
| • Bard Veja Mate | Project Certification |
| • Borkum Riffgrund II | Project Certification BSH first release |
| • EnBW Hohe See | Project Certification, Risk Analysis |
| • EnBW He Dreiht | Project Certification, Risk Analysis |
| • FINO | Project Certification and Project Management |
| • FINO 3 | Project Certification |
| • Global Tech I | Project Certification BSH first release |
| • Gode Wind II | Project Certification, Conceptual Design |
| • Horizont 1,2,3 | Project Certification BSH first release |
| • Meerwind | Project Certification, Risk Analysis |
| • Nordergründe | Project Certification |
| • Nördlicher Grund | Project Certification, Risk Analysis |
| • Nordsee Ost | Project Certification, Risk Analysis |
| • Sandbank 24 + extension | Project Certification, Risk Analysis |
| • Seawind I | Project Certification BSH first release |

| | |
|---|---|
| • Seawind II | Project Certification BSH first release |
| • Borkum Riffgrund I | Design Basis |
| • Borkum Riffgrund West II | Design Basis + Conceptual Design |
| • Riffgat | Design Basis, Risk Analysis |
| • Butendiek | Risk Analysis |
| • Borkum West II | Risk Analysis |
| • Delta Nordsee | Risk Analysis |
| • DanTysk | Risk Analysis |
| • GEOFReE | Risk Analysis |
| • Innogy Nordsee 1 | Risk Analysis |
| • Kaikas | Risk Analysis |
| • Ventotec Ost 2 | Risk Analysis |
| • Delta Nordsee | AIS Ship Traffic Analysis, Risk Analysis |
| • Testfeld Helgoland | AIS Ship Traffic Analysis, Risk Analysis |
| • Ventotec Ost 1 | AIS Ship Traffic Analysis |

**Irland**

| | |
|---|---|
| • Arklow Bank | Design Assessment, Measurements |

**UK**

| | |
|---|---|
| • Cromer Metmast | Design Assessment |
| • North Hoyle | Design Assessment |
| • Robin Rigg | Design Assessment |
| • Scroby Sands | Design Assessment |
| • Triton Knoll | Met Mast Certification |
| • Race Bank | Metmast Design Assessment, Marine Warranty Survey |
| • Docking Shoal | Metmast Design Assessment |
| • Beatrice | EU-Research, Project Downvind |
| • Blyth | EU-research Project |
| • London Array | Design Basis |
| • Dudgeon | Design Accompanying Assessment |

**Belgium**

| | |
|---|---|
| • Seanergy | Project Certification |
| • Thornton Bank | Risk Analysis |

**Denmark**

| | |
|---|---|
| • Horns Rev | Design Assessment, Marine Warranty Survey |

**Netherlands**

| | |
|---|---|
| • Princess Amalia | Project Certification, Marine Warranty Survey |
| • Ijmuiden (Tromp Binnen) | Metmast Certification |
| • Bard NL | Support Structure Tri Pile Foundation, Plausibility Evaluation |
| • Egmond aan Zee | Seafastening Design Assessment |

**Sweden**

| | |
|---|---|
| • Utgrunden | Measurements |
| • Kriegers Flak II | Risk Analysis |

**USA**

| | |
|---|---|
| • Naikun, Kanada | Seismic Study |
| • Lake Erie Test Centre | Feasibility study (Offshore Wind Energy Demonstration Project and test Centre) |

## *Assessment of support structure concepts for*

- F+Z (Bilfinger+Berger)
- Züblin
- Windarc
- OBC
- Weserwind
- Prokon Nord
- INR Eolica

**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, D-20457 Hamburg
Phone: +49 40 36149-0, Fax: +49 40 36149-1720
glrenewables@gl-group.com
**www.gl-group.com/glrenewables**

GL Renewables Certification




## Offshore Wind Farms Certification



www.gl-group.com

## Content

- Introduction GL / GL Renewables Certification
- Definition of Certification?
- Project Certification
- Benefits of Certification







# Introduction GL









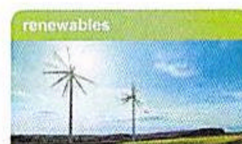
## Business Segments of the GL Group




Germanischer Lloyd
- Ship Newbuilding
- Maritime Systems & Components
- Fleet Service
- Maritime Solutions




GL Noble Denton
- Technical Assurance
- Advanced Engineering Consulting
- Asset Performance & Maintenance
- Marine Operations & Consulting
- Project Execution
- Software Products




GL Garrad Hassan
- Turbine Design
- Engineering Consulting
- Marine Operations
- Measurements
- Software Products
- Training

GL Renewables Certification
- Component Certification
- Type Certification
- Project Certification
- Training & Seminars
- Guidelines






添付 4-6

## Segment Origins



**1867**
Foundation meeting of Germanischer Lloyd at the Hamburg Stock Exchange.
The first GL Construction Rules for wooden ships were published.



**1973**
GL assesses the design of the "North Sea" research platform and is involved in the construction of the first German oil platform "Mittelplate" in the German Bight.



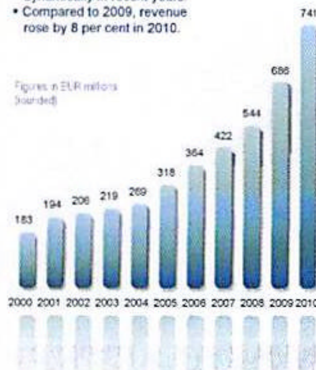
**1977**
GL offers its first design approval for wind energy systems beginning its commitment to this fast growing business.



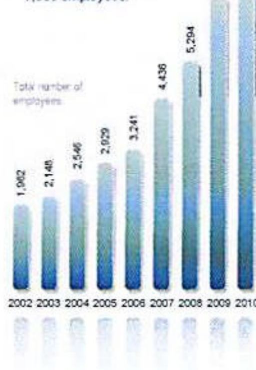



## Facts & Figures

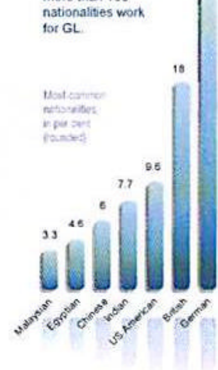
REVENUE
- Sales have developed dynamically in recent years.
- Compared to 2009, revenue rose by 8 per cent in 2010.




STAFF
- Currently, GL has almost 7,000 employees.



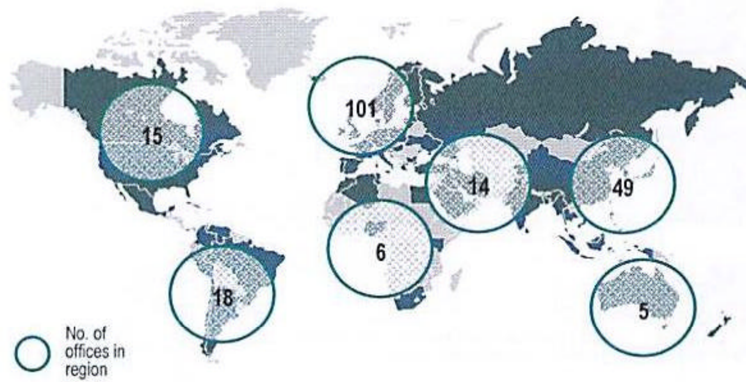

GLOBAL MINDSET
- Employees from more than 100 nationalities work for GL.








## GL Group has more than 7,000 employees



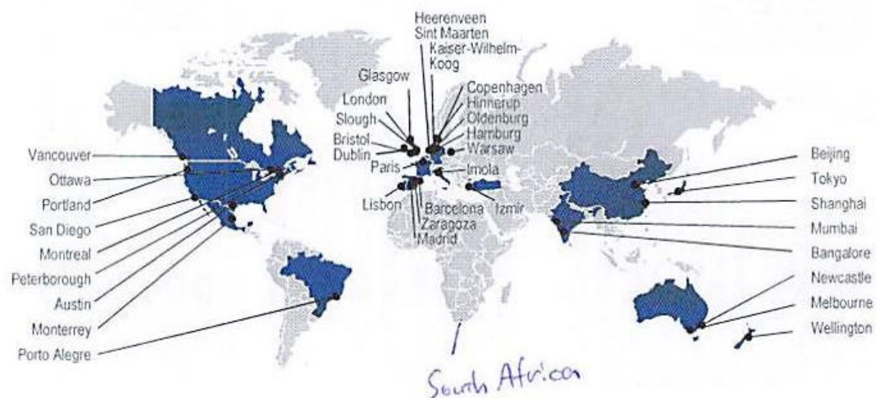

GL Group operates a worldwide network, 208 offices, 78 countries






## Geographical Reach of the Renewables

>800 staff, in 43 locations, across 23 countries

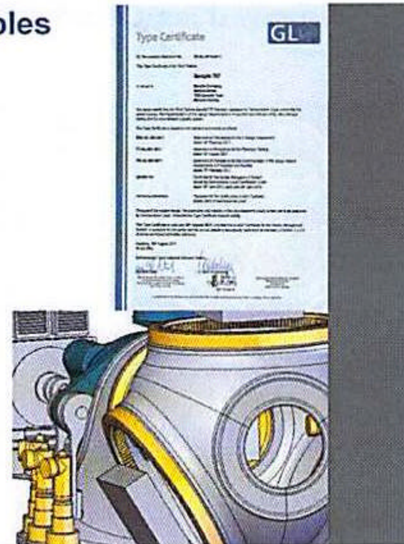







## Germanischer Lloyd Renewables

- GL Renewables Certification
  - Certification body in Hamburg
  - in operation for over 30 years
  - ~130 employees in Hamburg
- GL Garrad Hassan
  - Engineering, Consulting & Measurements
  - in operation for over 25 years
  - >700 employees worldwide
  - ~20 employees in Hamburg




GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 9

**GL** Renewables Certification




## GL Renewables Certification

GL Renewables Certification, part of the GL Group, is a leading certification body primarily focussed on the certification of wind farms, wind turbines and their components.

At the forefront of understanding in renewables technology, it is abreast of all the necessary standards and requirements and takes a harmonised approach in ensuring that these are met. Manufacturers, banks and insurers around the world rely on the state-of-the-art service provided by GL Renewables Certification.

**GL Renewables segments**


Offshore Wind


Onshore Wind


Support Vessels


Wave Power


Tidal Power


Solar

GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 10

**GL** Renewables Certification



## Renewables Certification




- GL Renewables Certification is the world's leading certification body working in renewables and particularly in wind energy
- It delivers project, turbine and component certification and undertakes factory and supplier inspections
- GL RC is actively engaged in the development of international standards
- Services:
  - Prototype certification
  - Type certification
  - Project certification
  - Guidelines

GL Renewables Certif8ication, PC 26.03.2012 11

GL Renewables Certification




## Vision, Mission, Values



- To be the most respected international technical advisor and trusted partner for all of our clients, ... for being world class in everything we do ...

  The depth of our heritage, together with a unique combination of expertise, focus and understanding, will give us the opportunity to build on our position as leaders in our industry.

- By using creative new approaches, ....we will improve on our trusted ways of working and increase our problem-solving ability to provide genuinely innovative solutions for our clients.

- We will embrace change, and take every opportunity to improve our business.

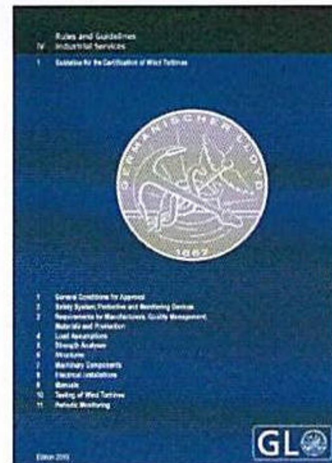
GL Renewables Certif8ication, PC 26.03.2012 12

GL Renewables Certification



## GL's History in Wind Guidelines

- 1977 First activities in wind energy
- 1986 1st Guideline (onshore)
- 1993 1st revision of onshore Guideline
- 1995 1st Guideline (offshore)
- 1999 Revision of Guidelines
- 2003 3rd revision of onshore Guideline
- 2004 Supplement
- 2005 Revision of offshore Guideline
- 2010 Publication of GL 2010
- 2011 1st Chinese Edition & Start for GL 2012




GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 13

GL Renewables Certification




## GL RC Strategy: 2012 - 2015

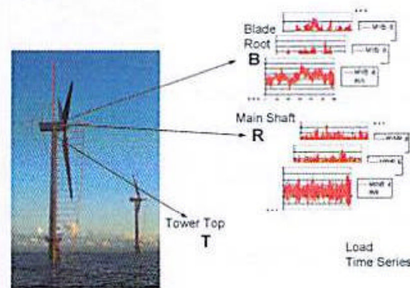
- Improve Customer Orientation & Satisfaction
  - Deliver highest quality
  - commit to highest technical standards
  - Speed, Commit and deliver
  - Transparent & Professional Project Management
- Maintain leading position in Renewables Certification
- Expand internationally: North America, UK, China, India

GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 17

GL Renewables Certification



# What is Certification?









## Definition of Certification

Certification is to confirm the compliance of a design or a product (or a service) with defined requirements.
(DIN EN ISO/IEC 17000)

GL RC is accredited to certify according to all common standards in the wind industry (GL, DNV, IEC, ...)





## GL Renewables Certification, Accreditation

Accreditation according to DIN EN 45011:1998 as Certification Body for

- Wind Turbines and
- their Components (incl. e.g. Fire Protection and Condition Monitoring Systems),
- Wind Farm Projects,
- Small Wind Turbines,
- Ocean Current Turbines and
- related Technologies





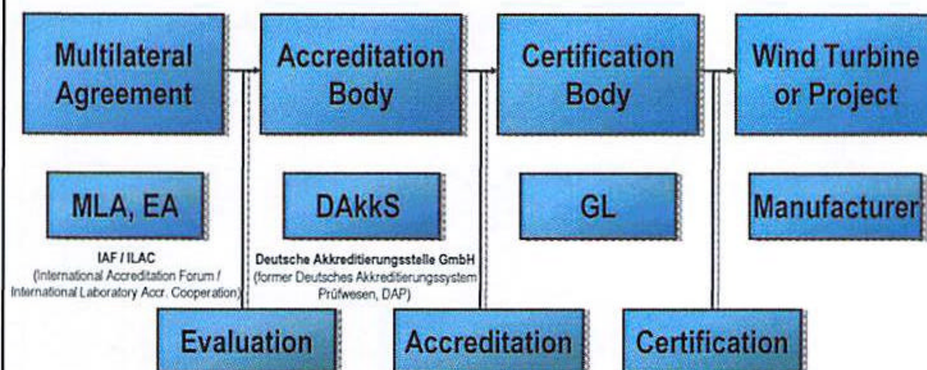


By DAkkS according DIN EN 45011 / IEC/ISO Guide 65 accredited Certification Body for products. The accreditation is valid for the fields of certification listed in the certificate.





## Evaluation, Accreditation, Certification...




... leading to worldwide acceptance





## Certification of Wind Turbines GL-Guidelines available:

Hurricane*

Fire Protection

GL

Ocean Energy Converters

Offshore

new release im 2012

Condition Monitoring Systems

Onshore

Hot Climate

Grid Code

*Picture by http://www.hurricane-facts.com/Hurricane-Ivan.jpg



## Comparison of Guidelines

Offshore

GL

Onshore

CMS

Ocean Energy Converters

**Table 1: Comparison of provisions in various guidelines**

| | API | IEC | GL | DNV | ISO |
|---|---|---|---|---|---|
| Environmental conditions | ✓ | | | | |
| Design load cases | ✓ | ✓✓ | ✓✓ | ✓ | ✓ |
| General guidance on offshore structural design | ✓✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓✓ |
| Specific guidance on offshore wind turbine design | | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ | |
| Ultimate limit state code checks | ✓✓ | | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ |
| Fatigue limit state and serviceability limit state code checks | ✓✓ | | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ |
| Project certification | | | ✓✓ | ✓✓ | |

Key: ✓ = some guidance given ✓✓ = substantial guidance given

OTC 18984

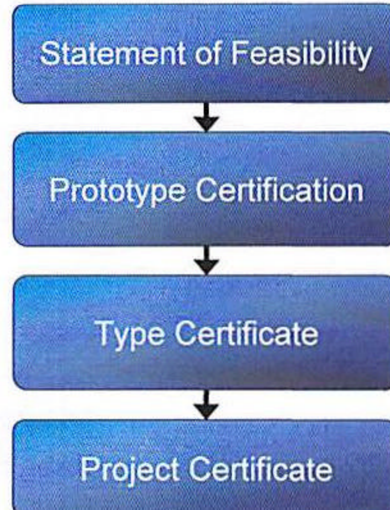
Comparison of Design Guidelines for Offshore Wind Energy Systems
Rakesh K. Saigal and Dan Dolan, MMI Engineering; Arman Der Kiureghian, U. of California, Berkeley; Tim Camp, Garrad Hassan & Partners; and Charles E. Smith, Minerals Management Service



This paper was prepared for presentation at the 2007 Offshore Technology Conference held in Houston, Texas, U.S.A., 30 April–3 May 2007.

## Principal Certification Steps

- Feasibility, plausibility
- Principal safety of the prototype
  Design Basis
  Design Assessment
  Inspection
- Complete design assessment
  Prototype test results
  QM & Manufacture quality
- Evaluation of the power plant for a dedicated installation site including review of site assessment and DB




GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 27

GL Renewables Certification




## Certification Components

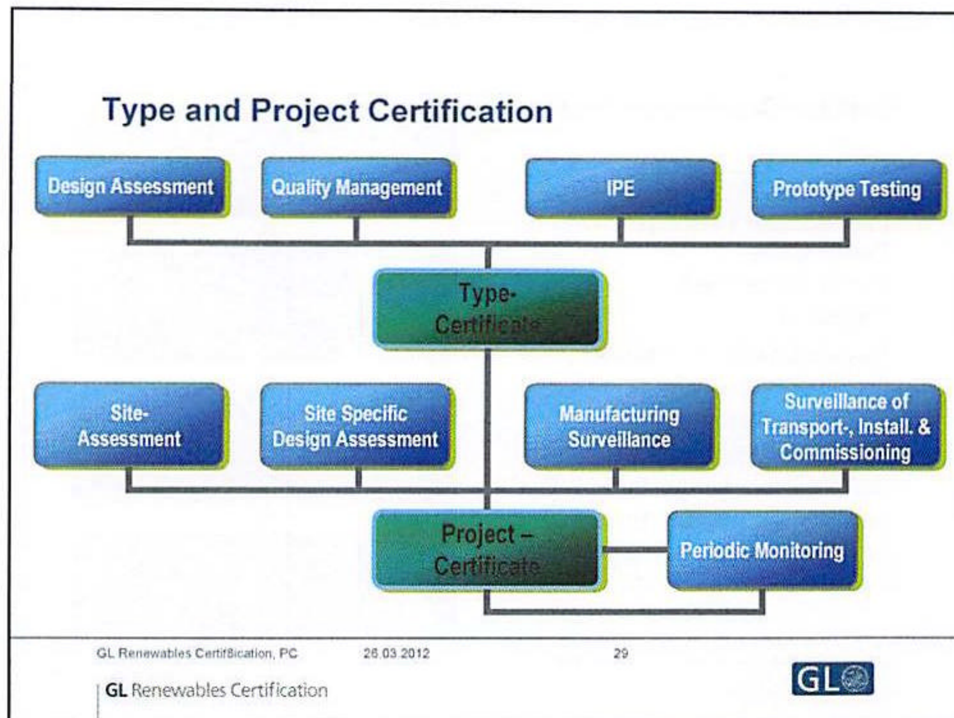
- Plausibility of the design
- Examination of drawings, assumptions and analysis
  Examination of components (design and tests)
- Test of the device
  Comparison of test results with assumptions
- Examination of fabrication quality
- Witnessing of installation




GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 28

GL Renewables Certification





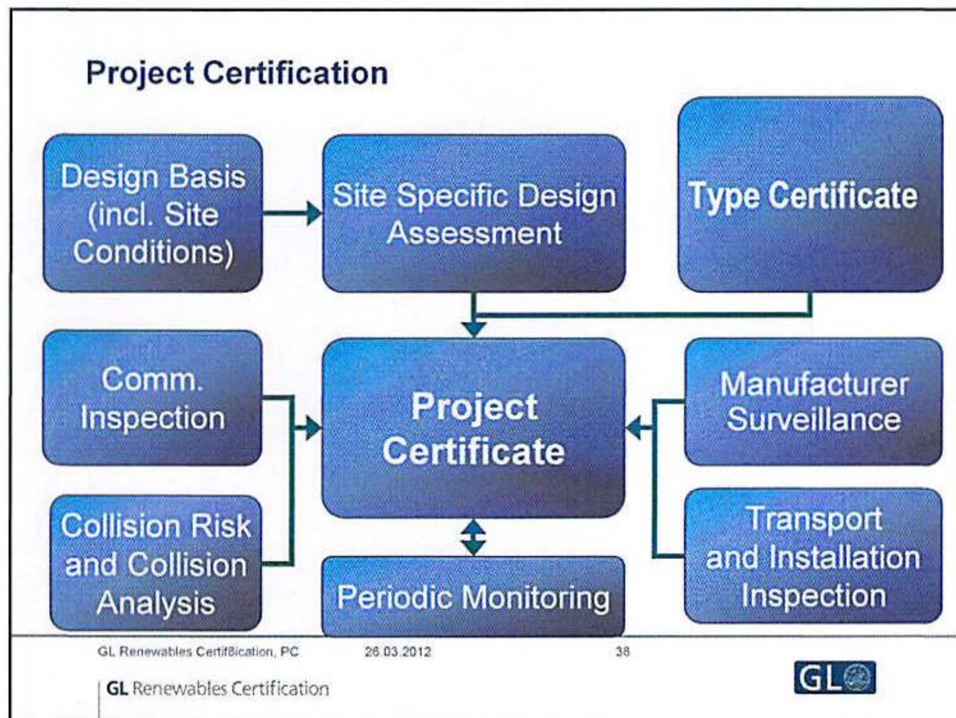

## Challanges

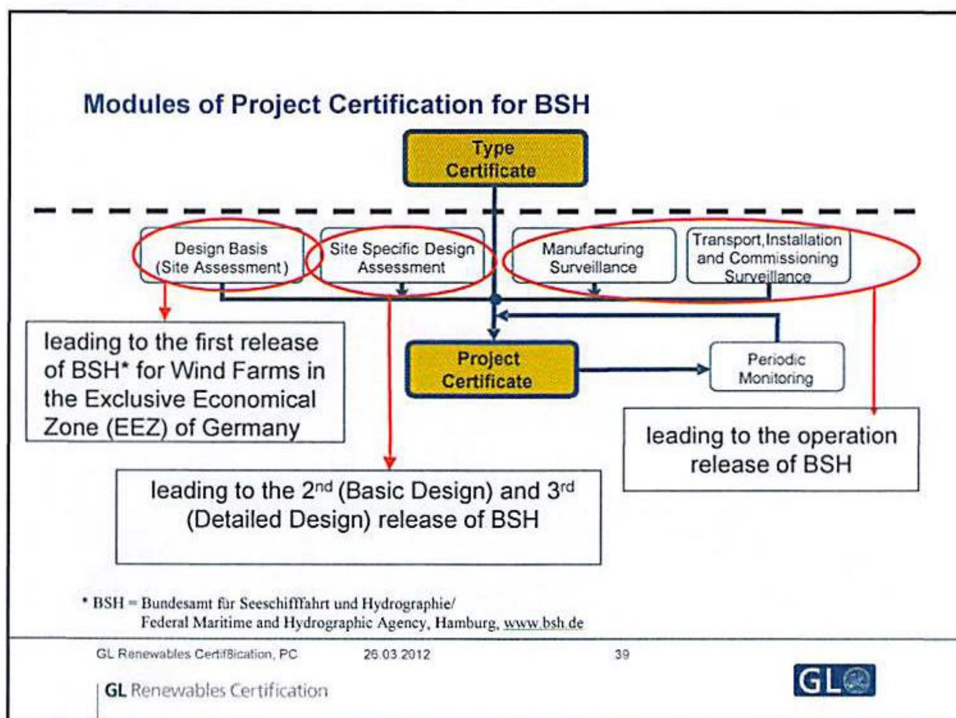
- new industry with few experienced partners particular in manufacturing
- harsh conditions offshore
- availability of grid connection
- high costs, high feed-in tariffs currently required to be profitable

GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 37

GL Renewables Certification

GL


Project Certification
Design Basis (incl. Site Conditions)
Site Specific Design Assessment
Type Certificate
Comm. Inspection
Project Certificate
Manufacturer Surveillance
Collision Risk and Collision Analysis
Periodic Monitoring
Transport and Installation Inspection
GL Renewables Certification, PC
26.03.2012
38
GL Renewables Certification
GL


Modules of Project Certification for BSH
Type Certificate
Design Basis (Site Assessment)
Site Specific Design Assessment
Manufacturing Surveillance
Transport,Installation and Commissioning Surveillance
leading to the first release of BSH* for Wind Farms in the Exclusive Economical Zone (EEZ) of Germany
Project Certificate
Periodic Monitoring
leading to the operation release of BSH
leading to the 2nd (Basic Design) and 3rd (Detailed Design) release of BSH
* BSH = Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie/
Federal Maritime and Hydrographic Agency, Hamburg, www.bsh.de
GL Renewables Certification, PC
26.03.2012
39
GL Renewables Certification
GL

## Deliveries
## Project Certificate

- Statements of Compliance for
  - Site Assessment
  - Site Specific Design Assessment
  - Manufacturing Surveillance
  - Surveillance of Transport, Installation and Commissioning




GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 48

GL Renewables Certification




## Summary: the procedure of project certification:

Project Certificate

Statement of Compliance

SoC site assessment

SoC design assessment

SoC manufacturing surveillance

SoC Transport, Installation, Commissioning

Certification Reports

C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R | C R

GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 49

GL Renewables Certification



## International Grid Code Comparison (IGCC)

- Connection conditions for wind turbines defined in Grid Codes
- Number of Grid Codes is still rising
- Unscheduled release of updates and draft Grid Codes
- Unmanageable level for all parties involved




List of Grid Codes available at
http://www.gl-group.com/pdf/IGCC_list.pdf






## Grid Code Compliance (GCC)

Project Certificate (GCC)

Type Certificate (GCC)

Certification Procedure, GL Technical Note (TN065)

Test Plan

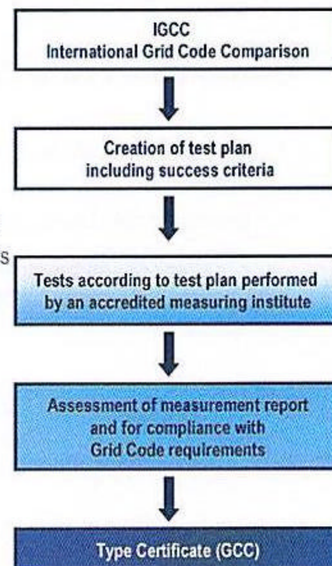
| IGCC | Report | FGW TR3 / TR4 |
|---|---|---|
| E.ON | Accredited Laboratory | IEC 61400-21 |
| bdew | | GL TN 066 |
| VET | | AEE PVVC |
| VDN | | ... |
| AMEC | | |
| REE | | |
| NGET | | |
| TENNET | | |





## Type Certification (GCC)

- Assessment of test results by an independent and accredited certification body (DIN EN 45011)
- Evaluation of final test report and measuring conditions
- Comparison with limit values extracted from Grid Codes
- Issue of a Type Certificate for Grid Code Compliance (GCC)







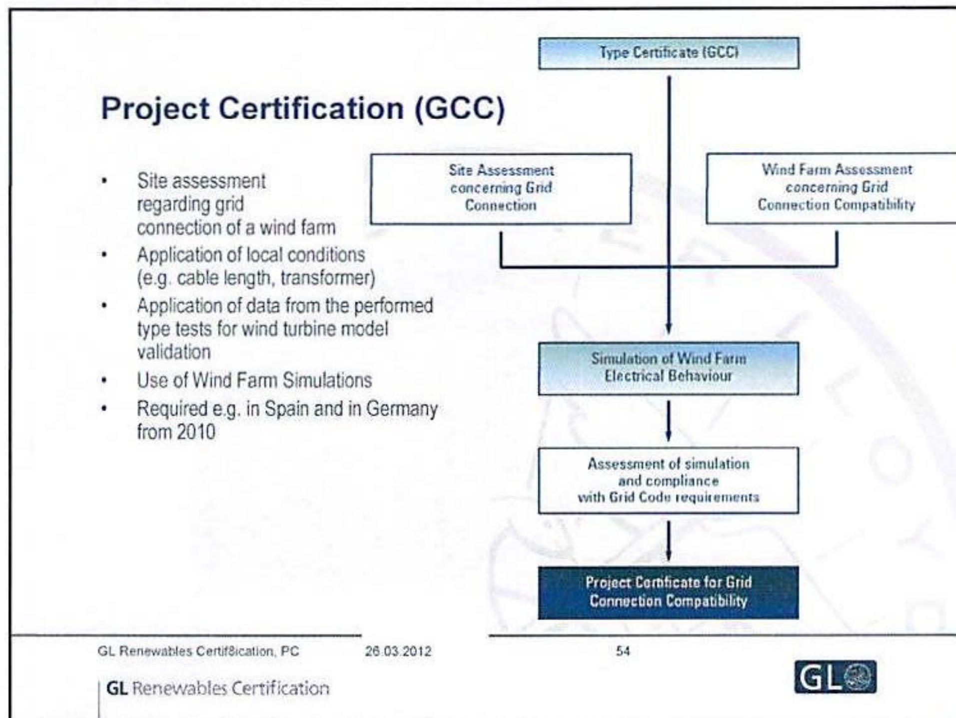


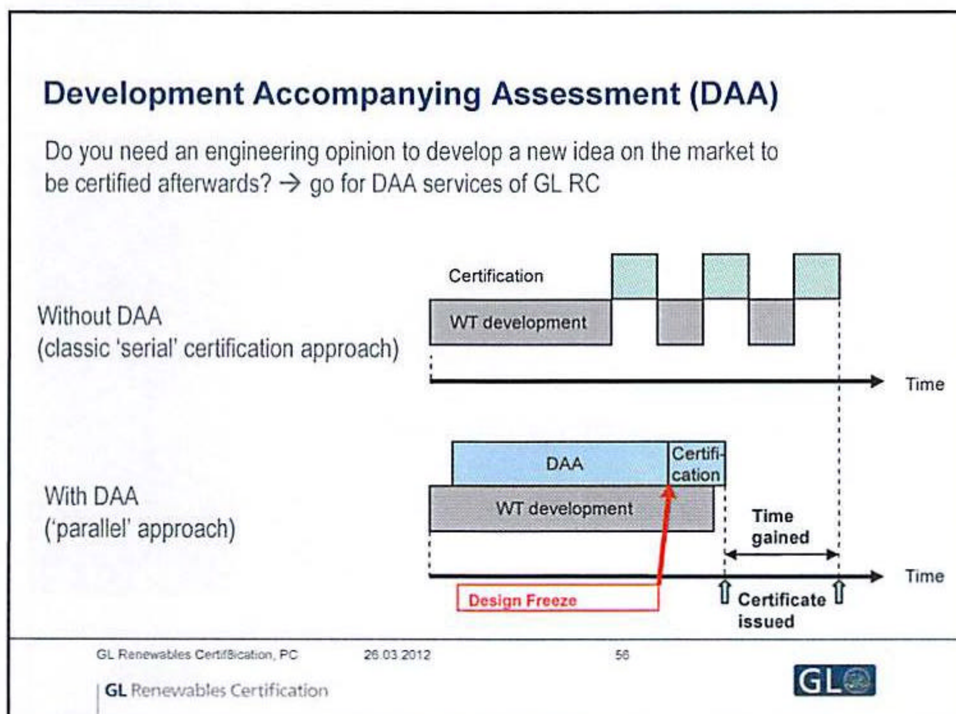
## Validating Simulation Modells

- Some grid codes call for validated simulations
- The sum of hardware details (like relais) is difficult to simulate
- Using tests for validation gives additional application for testing
- Testing can be reduced by simulation






Project Certification (GCC)
Type Certificate (GCC)
Site assessment regarding grid connection of a wind farm
Application of local conditions (e.g. cable length, transformer)
Application of data from the performed type tests for wind turbine model validation
Use of Wind Farm Simulations
Required e.g. in Spain and in Germany from 2010
Site Assessment concerning Grid Connection
Wind Farm Assessment concerning Grid Connection Compatibility
Simulation of Wind Farm Electrical Behaviour
Assessment of simulation and compliance with Grid Code requirements
Project Certificate for Grid Connection Compatibility
GL Renewables Certification, PC
26.03.2012
54
GL Renewables Certification
GL


Development Accompanying Assessment (DAA)
Do you need an engineering opinion to develop a new idea on the market to be certified afterwards? → go for DAA services of GL RC
Without DAA
(classic 'serial' certification approach)
Certification
WT development
Time
With DAA
('parallel' approach)
DAA
Certifi-cation
WT development
Time gained
Time
Design Freeze
Certificate issued
GL Renewables Certification, PC
26.03.2012
56
GL Renewables Certification
GL

## Why Certification?



GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 58

GL Renewables Certification



## What is the investment for an offshore wind farm?



rough estimation: 3.000.000 – 4.000.000 € / MW

80 to100 turbines ?

each at 5 MW

➔ yields to:

more than one billion € for the entire investment.

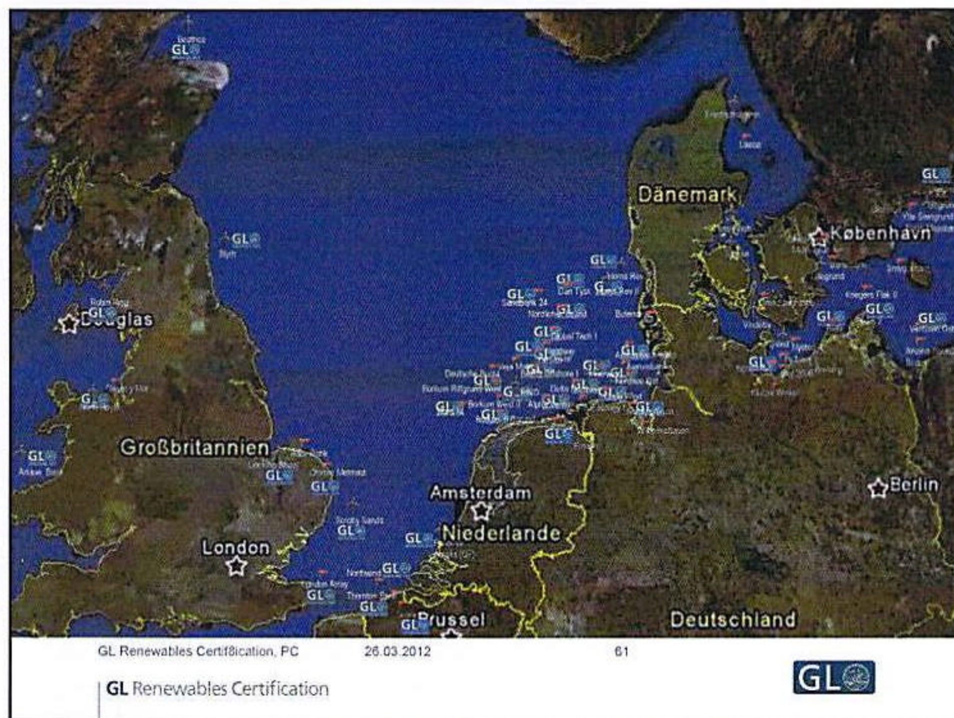
## What are the costs of certification?

0,15 – 0,3 ‰ of the entire invest

GL Renewables Certification, PC 26.03.2012 60

GL Renewables Certification






GL Renewables Certification

**Thank you very much for your attention**


Axel Juhnke
Head of Group Project Management
Project Certification
Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Renewables Certification
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg
GERMANY
Phone: +49 (0) 40 - 3 61 49 - 4608
Fax: +49 (0) 40 - 3 61 49 - 17 20
Email: axel.juhnke@gl-group.com
WWW: www.gl-group.com/GLRenewables

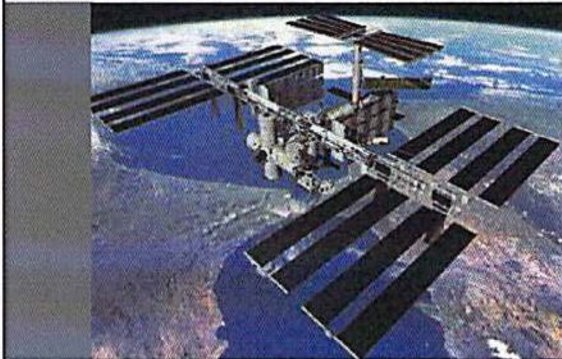

www.gl-group.com

GL Renewables Certification



## R&D at GL Renewables Certification

Status March 2012



www.gl-group.com

## Research Strategy in GL Renewables Certification

- To bolster technological lead in areas we are active in wind energy
  - Type certification
  - Project certification
  - Component certification
- Increase capabilities in marine renewables
  - Tidal turbines
  - Wave energy devices
- Open capabilities in new renewable technologies
  - Solar











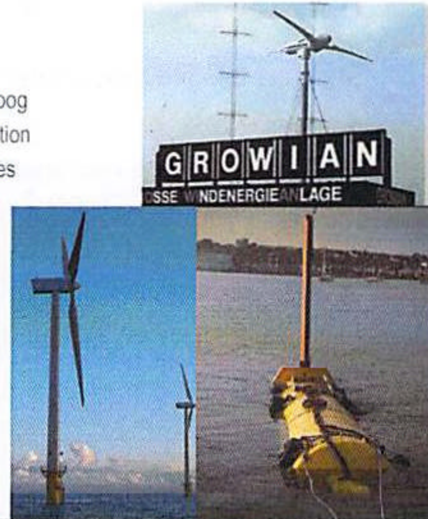
GL Renewables Certification R&D 28.03.2012 2

GL Renewables Certification



## GL's History in Renewables Certification and Standardisation

- 1977 First activities in wind energy
- 1980 Examination GROWIAN, small units
- 1984 Test Fields Pellworm / Kaiser-Wilhelm-Koog
- 1986 1st GL Guideline for wind turbine certification
- 1994 1st IEC Standard for onshore wind turbines (IEC 11400-1)
- 1994 European Offshore Study
- 1995 1st GL Guideline for offshore wind
- 2001 Start of FINO I research project
- 2005 2nd Ed. of GL Guideline offshore wind
- 2005 Draft Guideline for Ocean Energy Converters
- 2009 Merger with Garrad Hassan
- 2010 3rd Ed. of GL Guideline for wind turbine certification









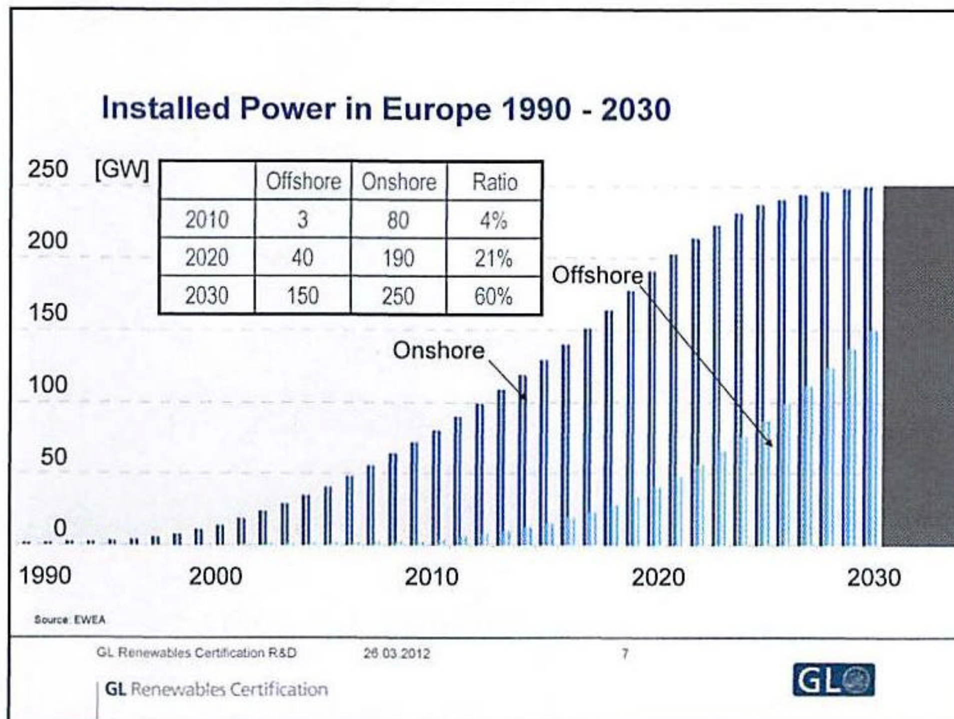
## Experience of GL



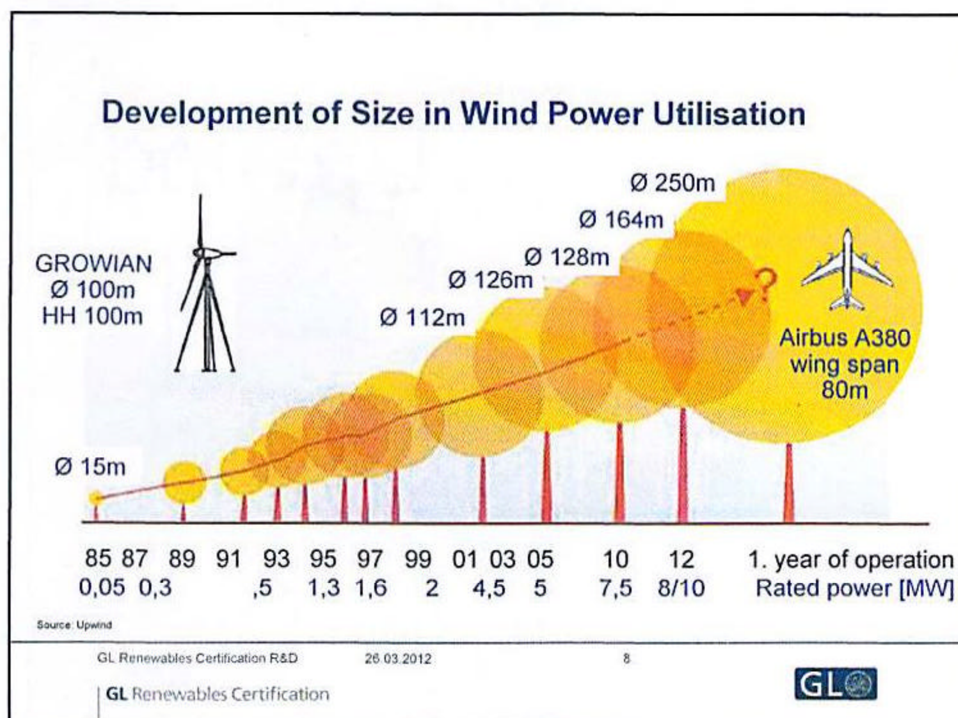
- **Certification of Offshore Wind Farms, Offshore Turbines, Design Basis**
  - Alpha Ventus, Q7, Nordsee Ost,
  - London Array, Bard 1, Naikun, Baltic 1, ..
  - Vestas V80, GE 2.x, Multibrid M5000, Bard VM, Acciona, Sinovel...
- **Offshore Wind Research**
  - "Study of Offshore Wind Energy in the EC", EU Joule I (1995)
  - "Offshore Wind Turbines at exposed Sites" (OWTES)
  - "Recommendations for Offshore Wind Turbines" (RECOFF)
  - "Distant Offshore Windfarms with No Visual Impact in Deepwater" (DOWNVInD)
  - "Integrated Wind Turbine Design", (UpWind)
  - RAVE (German Offshore Test Field)
- **Operation of research platforms, FINO1, FINO3**
- **Engineering e.g.**
  - Risk analysis
  - Load analysis for wind turbines and offshore structures
  - Structural analysis of steel, concrete and FRP structures





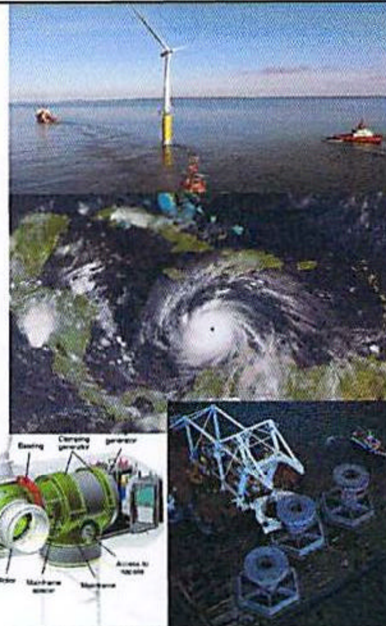



| | Offshore | Onshore | Ratio |
|---|---|---|---|
| 2010 | 3 | 80 | 4% |
| 2020 | 40 | 190 | 21% |
| 2030 | 150 | 250 | 60% |



## Research in wind energy

- Large rotors
  - aerodynamics / aeroelasticity
  - materials and structures
  - control
- New regions
  - cold / hot climate
  - icing
  - cyclones
- Offshore
  - floating structures
  - large fixed structures
  - installation and maintenance
  - condition monitoring








## Projects finished: UPWIND-Project

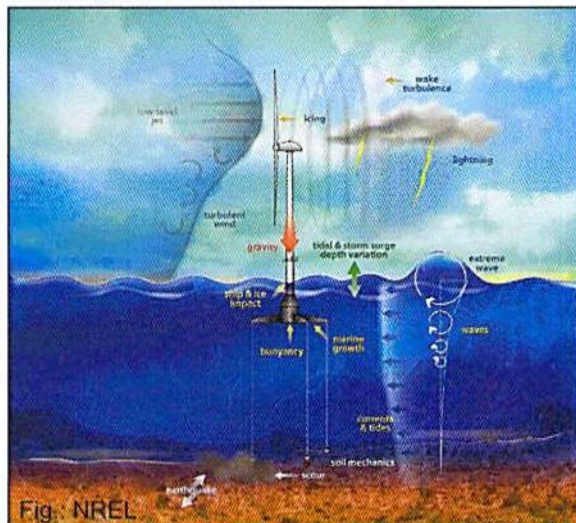



- 20 MW Wind Turbine in 2020
- Diameter 250 m, hub height 150 m
- New, innovative, tailored design
  - Blades: reductions of fatigue loads by
    - fore-bending 10%
    - individual blade control 20 – 30%
    - applying profiles with two sections to be controlled independently 15%
  - Adaptation of control system to account for the local wind field
  - Optimisation of the wind farm layout
  - Reduction of fatigue loading by remote sensoring
  - Reduction of loading by measuring the gusts directly in front of the rotor
- Considering the above a 20 MW wind turbine could be in operation in 2020
  "Provided they are the cheapest option" (Jos Beurskens, project leader UPWIND)





## Upwind – Simulation Requirements (extract ISOPE 2011 paper)




*Coupled aero-hydro-servo-elastic interaction*

- **Wind-inflow:**
  - Discrete events
  - Turbulence
- **Aerodynamics:**
  - Induction / Downwind designs
  - Wake interaction
  - Yawed inflow / Dynamic stall
- **Structural dynamics:**
  - Gravity / inertia
  - Elasticity
  - Mooring System / Anchors
- **Control system:**
  - Yaw, torque, pitch
- **Waves:**
  - Regular / Irregular
- **Hydrodynamics:**
  - Hydrostatics
  - Diffraction
  - Radiation
  - VIV

GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 12

GL Renewables Certification

12 

## 2011 Technical/Scientific Publications with GL RC participation (extract)

1. EWEA 2011: "Load validation and comparison versus certification approaches of the Risø Dynamic Wake Meandering model implementation in GH Bladed"
2. European Offshore Wind 2011: "Analysis of axial-cyclic loaded piles from the certifier's view"
3. European Offshore Wind 2011 : "FEA of Grouted Connections – Status report on the technical approval procedure for certification of grouted connections"
4. European Offshore Wind 2011 : "Wake Loads and Fatigue Load Certification in Offshore Wind Farms"
5. "50th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference", Oral, AnKom et al: „Output-Feedback Controlled-Invariant Sets for Systems with Linear Parameter-Varying State Transition Matrix"
6. ISOPE 2011, "Challenges in Simulation of Aerodynamics, Hydrodynamics, and Mooring-Line Dynamics of Floating Offshore Wind Turbines"
7. 10th Wind Integration Workshop 2011: „Need of harmonised generic model standards for flexible grids in a smart future"
8. Wind Energy Journal: "Offshore Support Structure Optimization by means of Integrated Design and Controls„
9. Wind Energy Journal : "PROcedures for TESTing and measuring wind energy - main results„
10. DVS Bericht Nr. 277: „Launching of a Floating Met Mast Project", Fruhner and Lagemann „Instandsetzung von Turmkoponenten für Windenergieanlagen"

GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 13

GL Renewables Certification



## R&D Projects (running)

- **Standpoint** „Standardisation of Point Absorber Wave Energy Converters by Demonstration", 2010 – 2015
- **Safetower** "Fatigue characteristics of steel towers", 2010 – 2013
- **"Foundations of wind turbines under cyclic loads"** 2010-2011
- **GrowUp** – Grouted connections for axial loaded piles (PTJ)
- **Lunkerfest** – Fatigue strength of cast iron (LBF)
- **WiFi** – Breaking wave and slamming loads (JIP, Marin, Statoil), to start Mid 2012
- **ReDapt** – Tidal turbine guidelines under consideration of prototype test results (ETI)




GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 14

GL Renewables Certification




## New R&D Projects

- InnWind with focus on innovative wind turbines (EU FP7)
- Iced Blades project with IWES (BMU)
- Winflo, demonstrator for floating wind turbines (EU FP7)
- Westwave, wave device certification (EU FP7)

- Aeroelastic effects on very large turbines
- Concrete foundation design
- Fatigue characteristics of metallic and non metallic materials e.g. strain SN curves
- Risk based certification
- Wake analysis
- Sea ice loading
- Condition monitoring of structures





GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 15

GL Renewables Certification



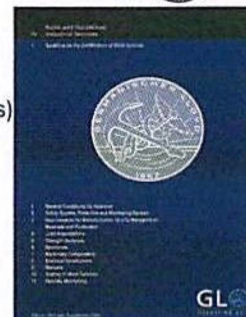
Germanischer Lloyd

Rules and Regulations



## Guideline Work planned for 2012

- GL Offshore Wind Guideline
- New, begin of work on:
  - TN for floating wind turbines
  - Guideline for tidal turbines 2nd Edition
    In combination with ReDapt project
  - Guideline for wave energy converters
    In combination with Standpoint project
  - EMC Requirements Guideline
  - TN Turbines in tropical storm conditions (cyclones)
  - TN Iced conditions
    In combination with Iced Blades project
  - TN Collision analysis requirements
  - TN fire protection
  - TN training centres
  - TN grouted connections



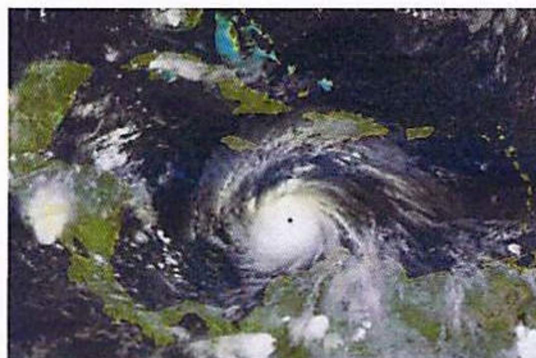

GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 16

**GL** Renewables Certification




## Influence of Cyclone Loading on Wind Turbine Design

- Symposium in Hamburg 28th and 29 February 2012
- Start of GL Technical Note development
- About 20 Participants with 15 Presentations from all over the world

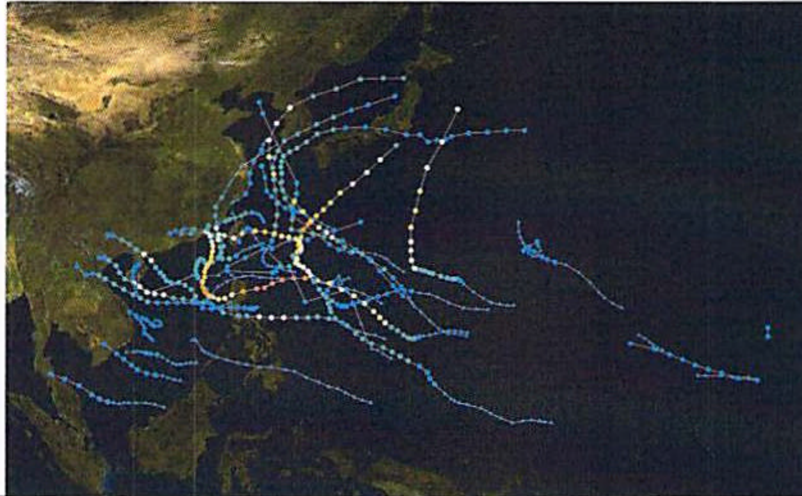


GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 17

**GL** Renewables Certification



## Pacific Typhoons in 2010



GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 18

GL Renewables Certification



## New Wind Turbine Classes

| Wind turbine class | I | II | III | Cyclone 5 | Cyclone 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| – $V_{ref}$ [m/s] | 50 | 42.5 | 37.5 | 70 | 60 |
| – $V_{ave}$ [m/s] | 10 | 8.5 | 7.5 | 10 | 10 |
| – A $I_{15}$ (-) | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.25 | 0.25 |
| – $a$ (-) | 2 | 2 | 2 | ? | ? |
| – B $I_{15}$ (-) | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.2 | 0.2 |
| – $a$ (-) | 3 | 3 | 3 | ? | ? |

Example: GL2010

GL Renewables Certification R&D 26.03.2012 19

GL Renewables Certification



## Load Cases - GL 2010 (extract)

| Design situation | DLC | Wind conditions[1] | Other conditions | Type of analysis | Partial safety factors |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. Parked (standstill or idling) | 6.1 | ECWM Recurrence period 50 years | Grid loss 24h | U | E |
| | 6.2 | ECWM Recurrence period 50 years | Grid loss | U | A |
| | 6.3 | ECWM Recurrence period 1 year | Extreme oblique inflow | U | N |
| | 6.4 | NTM $V_{hub} < V_{in}$ and $V_{out} < V_{hub} < 0.8 V_{ref}$ | | F / U | * / N |
| 7. Parked (standstill or idling) | 7.1 | ECWM Recurrence period 1 year | | U | A |



GL Renewables Certification



## Do you have any questions?





GL Renewables Certification



## Scope of Work: A-Design Assessment of Ocean Current Turbines according to the Germanischer Lloyd (GL) Guideline for the Certification of Ocean Energy Converters (draft edition 2005)

Within the design assessment a complete examination of the design analyses with all required material and component tests are assessed. A full examination of the design documentation (drawings, analysis, specifications) is performed. When required GL performs own parallel calculations. This is the rule for load and structural analysis for the main load carrying components of the ocean current turbine.
Further commissioning witnessing of one of the first devices of the type is performed. Following completion, GL will issue a Statement of Compliance for the A- or B-Design Assessment. The B-Design Assessment may be issued with items that are outstanding, if these are not directly safety-relevant. Furthermore it has a validity period of one year only. This period can be used to fulfil the missing requirements for the A-Design Assessment which will not be issued as long as outstanding items are present.
The assessment of the design comprises the elements of evaluation on the basis of the respective standards to be applied in the assessments as defined in the design basis. The elements considered are:

- Safety systems incl. emergency shutdown system
- Load and response analyses
- Structures
- Mooring / foundation system
- Electrical system
- Mechanical system
- Hydraulic system
- Control system
- Marine systems including bilge system
- Other systems such as: turbines, lubrication, dehumidification, cooling systems, corrosion protection etc
- Component testing
- Maintenance procedures

It is generally carried out in three sequential steps. The first part covers all aspects of the safety and control concept as well as the load assumptions and load calculations. During the second part of the design assessment all components (see list above) of the system are being examined on the basis of the previously approved loads and the relevant standards and guidelines.
At the end of the design assessment manuals and procedures for erection, commissioning, operation and maintenance are checked for suitability, completeness and compliance with the assumptions in the design documentation. Component testing (e.g. blades, gearboxes) forms an integral part of the design assessment.

## I Safety

I.1 Safety concept

I.2 Safety system (control, safety equipment, protection sensors, hydraulics/pneumatics, consideration of possible faults)

- Pitch controlled turbine
- Stall controlled turbine

I.3 Manuals (description of the wind turbine, erection manual, operating manual, maintenance manual, documents for commissioning)

- Pitch controlled turbine
- Stall controlled turbine

I.4 Vibration monitoring (if any; in cooperation with load assessment)

## II Loads

II.1 Load case definitions considering safety concept

II.2 Modelling of controller for the load calculations

II.3 Examination of loads including sectional loads

- Examination of loads depending on soil condition and water depth
- Loads for machinery
- Tubular steel support structure
- Lattice support structure
- Foundation loads
- Gravity base foundation loads
- Sea ice loads
- Pressure loads

II.4 Floatability and stability of floating structures

II.5 Freeboard

II.6 Mooring forces

II.7 Certification Report for the loads

## III Rotor blade

III.1 Examination blade (extreme and fatigue loads, stability)

III.2 Evaluation of static blade test

III.3 Evaluation of dynamic blade test (optional)

III.4 Material properties, evaluation of tests

III.5 Division of blades, per connection section

III.6 Examination of FE-Analyse (optional)

III.7 Blade to blade bearing / rotor blade connection (FE analysis)

III.8 Certification Report for the rotor blade

## IV Machinery components

**IV.1** Blade extender

**IV.2** Blade pitch-mechanism (actuator, bearing, connections)

**IV.3** Hub, material properties, specifications, structural analysis

**IV.4** Main shaft (rotor shaft, rotor lock)

**IV.5** Drive train dynamics and resonance analysis

**IV.6** Drive train dynamics, MBS (modelling, parallel analysis of drive train)

**IV.7** Coupling (with/without FRP)

**IV.8** Brake, specifications, analysis

**IV.9** Bearing and bearing housing

**IV.10** Gear box

- Gears, shafts, torque bearing)
- Gear box housing (in case of load carrying part) or torque arm
- Planet carrier
- Prototype test of gear box (for A-Design Assessment)

**IV.11** Cooling system

**IV.12** Main frame (cast / welded)

**IV.13** Generator carrier

**IV.14** Yaw system (bearing, actuator, connections)

**IV.15** Load-carrying bolted connections (between blade-bearing and tower to yaw bearing)

**IV.16** Blade-to-blade bearing / rotor blade connection (FE analysis)

**IV.17** Tower-to-yaw bearing/tower-top connection (FE analysis)

**IV.18** Certification Report for the machinery

## V Support structure (fixed structures)

**V.1** Examination of drawings and structural analysis

- Tubular steel tower
- Lattice structure (Jacket structure)
- Reinforced concrete structure (excl. connections at top and bottom)
- Reinforced concrete structure with precast segments

**V.2** FE model of the structure and analysis

**V.3** Ultimate, fatigue and serviceability limit state analysis

**V.4** Material and welding specifications

**V.5** Tower-to-yaw bearing/tower top connection (FE analysis)

**V.6** Embedded steel section or prestressed anchor bolts or adapter

**V.7** Openings in the structure

**V.8** Plausibility check of soil report

**V.9** Foundation

- Mono pile for each position in farm (variation of soil conditions / water depths)
- Tripod, jacket or gravity foundation for one or several soil condition(s) / water depth(s)

**V.10** Earthquake consideration

**V.11** Final corrosion protection system (support structure and foundation)

**V.12** Scour / final scour protection

**V.13** Transition piece or grouted connection (without fittings)

**V.14** Fittings, secondary steel structure

**V.15** Assessment of support structure resonance frequencies and verification with the load assessment

**V.16** Certification Report for support structure

**VI Hull and mooring (floating structures)**

**VI.1** Examination of drawings and structural analysis

- Hull scantlings
- Bulkheads
- Turbine support structure

**VI.2** FE analysis

**VI.3** Openings in the structure

**VI.4** Mooring

- Mooring chain analysis for one position (water depth, configuration)
- Anchors for one position in farm

**VI.5** Final corrosion protection system

**VI.6** Fittings, secondary steel structure

**VI.7** Assessment of floating structure resonance frequencies and verification with the load assessment

**VI.8** Certification Report for hull structure and mooring

**VII Marine systems, marine equipment**

**VII.1** Seals

**VII.2** Bilge pumps

**VII.3** Tanks

**VII.4** Emergency evacuation systems

**VIII Electrical installation**

**VIII.1** Electrical machines (generator)

**VIII.2** Transformers (medium voltage-power transformers)

**VIII.3** Static converters

**VIII.4** Medium voltage installation

**VIII.5** Charging equipment (energy accumulator, e.g. for pitch)

**VIII.6** Switchgear, protection equipment, cables, lines (all switchboards, respectively circuit diagrams)

**VIII.7** Certification Report the electrical installation

**IX Nacelle and Spinner**

**IX.1** Nacelle cover incl. fasteners, spinner

**IX.2** Pressure body

**IX.3** Certification Report for nacelle

**X Condition Monitoring System**

**X.1** Examination of condition monitoring system

**X.2** Certification Report for condition monitoring system

**XI Tests**

**XI.1** Verification of component tests

**XI.2** Prototype test of gearbox

**XI.3** Prototype test of blade

**XII Optional Elements**

**XII.1** Manufacturing inspection for each type of rotor blade on request

**XII.2** Shop approval for FRP workshops

**XII.3** Personal safety according to EN 50308 (in connection with survey)

**XII.4** Site assessment / Design Basis

**XII.5** Certification of extreme environmental conditions

**XII.6** Certification of grid code compliance

**XII.7** Certification of access systems

**XII.8** Assessment of power curve measurement from prototype test (report by accredited test lab)

**XII.9** Assessment of power quality (electrical characteristics) from prototype (report by accredited test lab)

**XII.10** Assessment of test of turbine behaviour

**XII.11** Assessment of load measurement report from prototype test and comparison with calculated loads (report by accredited test lab)

**XII.12** Certification Report (Prototype test)

**XII.13** Commissioning witnessing of one of the first units with report (Commissioning)

**XIII Deliveries**

Certification Report for the following subjects:

- Loads
- Rotor blade
- Machinery and safety system
- Support structure or hull and mooring
- Electrical installation
- Nacelle
- Condition monitoring system

After finalizing of our assessment work a Statement of Compliance for the A-Design Assessment will be issued.

Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Renewables Certification
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Tel. +49 40 36149 -138
Fax +49 40 36149-1720
ocean-energy@gl-group.com

http://www.gl-group.com/glwind

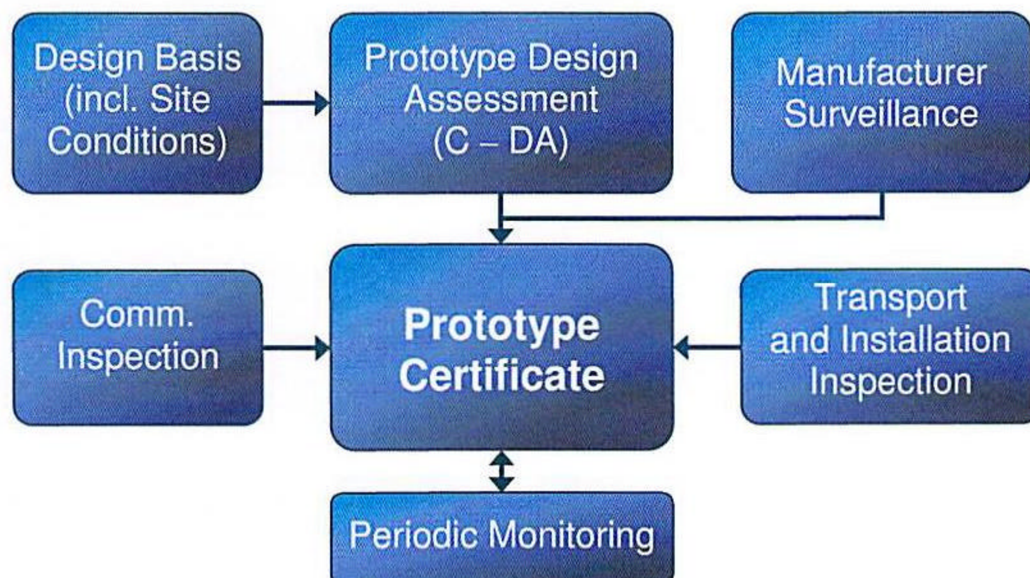
GL

**Scope of Work: Certification of prototype Ocean Energy Converter according to the Germanischer Lloyd (GL) Guideline for the Certification of Ocean Energy Converters (draft edition 2005)**

The prototype certificate is issued to enable testing of prototypes and is based on design evaluation. As a rule, power and load measurements shall be performed at the prototype, after which they shall be compared to the calculated values. The location of the device is stated on the certificate and the period of validity is limited to up to 3 years.

The issue of the Prototype Certificate is based on successful evaluation by the certification body of:

- Design Basis Assessment
- Prototype design assessment (C – Design Assessment)
- Prototype fabrication surveillance
- Installation evaluation
- Final acceptance / commissioning inspection
- Annual inspection



**Design basis assessment**

Load assumptions as well as support structure or mooring design are strongly dependent on the environmental and system parameters assumed and specified. Design is heavily influenced by material selection and structural analysis principles. All these are generally compiled in the Design Basis document. Review and check of this document will be performed with respect to guidelines and standards to be applied. Successful assessment demonstrates the establishment of a solid base for further development and design.

The assessment includes:

- Site conditions (current and wave data) for the prototype location
- Bathymetry
- Assessment of the methodology of the soil investigation:
- Assessment of the soil parameters derived out of the soil investigation
- Design Principles
    - Determination of the applicable and relevant rules regarding structure components
    - Assumptions regarding operational parameters
    - Methodology for load and structural analysis
    - Material & Corrosion protection requirements
    - Transport and installation requirements

**Prototype design assessment (C-Design Assessment)**

During the prototype design assessment (C – Design Assessment) matters with no safety implication within the period of validity can be considered using simplified methods. Design assessment is usually based on a complete plausibility check of the loads, the power generating structure, the machinery components as well as of the structure. Modifications, e.g. to the control system are permissible, provided that the safety of the device is not adversely influenced.

Items as safety concept, support structure and mooring system and the related load assumptions shall be analysed in detail. National or local regulations may require additional detailed analysis.

A description and a map of the installation site of the prototype as well as owner's and operator's address shall be given.

The environmental conditions for the prototype installation site shall be specified by the owner/developer and are checked for plausibility only.

Following items are considered during C-Design Assessment:

a. Examination of the safety concept and protection concept
Description of the safety and protection concept and safety and protection system as well as the operation manuals shall be provided.

    - Detection of limiting states and reaction (e.g. current speed)
    - Failure/Error detection and reaction (control system errors, mechanical failures, grid failures, etc.). Concept to avoid abnormal conditions. FMECA
    - Safety and protection system. Operation manual. (Plausibility)

b. Load and response assumptions
Preliminary load analysis based on GL's Guideline for Ocean Energy Converters as a guide for load case definitions and amendments and alterations agreed, one set of environmental conditions, one design type. The load analysis examination includes basic modeling of the

tidal energy converter by GL and analysis of the main design driving load cases (Operational condition loads (ULS) - Extreme condition loads (ULS)). Fatigue load assumptions are checked for plausibility only, if relevant.

- The environmental conditions have to fulfill the conditions (current, wave, sea and soil conditions) for the installation site of the prototype as described in the examined design basis.
- The design parameters and load cases to be considered are a result of the safety and protection concept and the environmental conditions
- Report on load assumptions including description of the device geometry and parameters as well as a controller (rough description and "dll"-file) shall be provided.
- A hydrodynamic design report shall be provided

c. Evaluation of design and structural analysis of components affecting overall safety. These include global support structure strength, pile analysis, grouted connections. Description and drawings of the support structure, piles, grouted connections as well as structural analysis and related load assumptions shall be provided.

- Primary steel/concrete (ULS, FLS for plausibility only)
- Technical specifications
- Drawings and structural analysis of support structure
- Mooring analysis and specifications (if any), connections and foundation
- Foundation / anchor drawings and analysis

d. Corrosion protection (coating, cathodic protection,...)
Description, drawings and analysis of corrosion protection system shall be provided

e. Plausibility check of the main load carrying machinery components (hub, machine bed, nacelle pressure body).

- Assembly drawings and description including main technical data of the components (dimensions, material, weight ...)
- Load assumptions of machinery components, structural analysis (preliminary)

f. Plausibility check of the rotor design.
Description and main drawings of the blade structure, the blade root and the blade root connections shall be provided.
Load assumptions and structural analysis as well as material specifications and laminate plan are required.

g. Plausibility check of the load assumptions of components of the structure not affecting overall safety. Plausibility check of further assumptions for the device (masses, resonance frequencies, etc.).

h. Evaluation of the electrical design regarding principal safety issues
Plausibility check of the electrical equipment and connectors based on description and technical data.

- Description and technical data of generator and connectors
- Single line diagram
- Electrical protection system

i. Check of the marine systems, marine equipment.
Description and main drawings shall be provided. Specifications of ballast, bilge systems

j. Plausibility check of the power take of, drive train (transmission, gearbox, shaft, including bearings specifications) and hydraulic systems.
Assembly drawings and description including main technical data of the components (dimensions, material, weight ...).
Assembly drawings and description of the power transmission system as well as seals are to be provided.
Description of the control system and the power measurement system is to be provided.

k. Check of the transport and installation procedure
Procedures for launching, lifting, drilling and accompanying assumptions shall be provided.

l. Plausibility check of the maintenance procedure
Description and accompanying assumptions shall be provided.

**Prototype fabrication surveillance**

The prototype fabrication surveillance focuses on the safety relevant parts of the structure.

a. Design audit. Review of latest shop drawings and comparison with GL approved design (C-Design Assessment)

b. Inspection of fabrication of major load carrying parts, materials, corrosion protection

   - Support structure. Critical welds, NDT
   - Load carrying mechanical parts. Inspection of cast parts.
   - Foundation. Inspection of concrete reinforcement. Pre-stressed elements.
   - Assembly of major components

c. Witnessing of blade manufacture

d. Inspection of electrical components

**Prototype installation surveillance**

Transport and Installation Inspection (TII) focuses on the structural integrity of the ocean current turbine.

a. Review of TII documents

b. Transport and Installation Inspection

**Final acceptance / commissioning inspection**

For the prototype ocean energy converter, after installation and grid connection, a commissioning procedure including a test of the converter behaviour is to be witnessed by GL. The commissioning procedure and main components will be checked for conformity with the submitted certification documents.

During witnessing of commissioning the following items are examined:

a. General appearance

b. Operating tests and tests of the safety system

c. Corrosion protection

d. Damages

e. Conformity of the main components with the certified design documentation and traceability / numeration of the same

**Annual Inspection**

Periodic monitoring is to be performed annually.

**Deliveries**

- Prototype Certificate
- Statement of Compliance for the C-Design Assessment
- Certification Report for the Assessment of the Design Basis
- Certification Report for the Prototype C-Design Assessment
- Inspection reports for manufacturing
- Inspection report for transport and installation
- Inspection report for commissioning

Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Renewables Certification
Department Load Assumptions and Safety
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Tel. +49 40 36149 -138
Fax +49 40 36149-1720
ocean-energy@gl-group.com

http://www.gl-group.com/GLRenewables

GL

## Ocean Energy Converter Certification

### General

In countries with powerful ocean waves and current environments, developers and investors are increasingly looking to exploit the ocean as a source of infinitely renewable energy. As a result, development activities are running at full speed and, with significant new developments coming up for series production in the next decade, there is a growing need for third-party evaluation, verification and certification.

For 140 years Germanischer Lloyd (GL) has been setting technology, safety and quality standards in a wide variety of fields. Today, GL is one of the world's leading maritime technical surveillance societies. Making use of its long-standing experience in the maritime and renewable energy sector the draft "Guideline for the Certification of Ocean Energy Converters - Part I: Ocean Current Turbines" was issued in 2005 and is permanently further developed.

GL offers its skills to the key players in the up-and-coming ocean energy market – to designers, manufacturers, investors and insurers interested in assessment, expertise and certification services that evaluate the engineering integrity and safety of ocean energy converter

### Assessment Activities

### 1. General

Comparable to the development in the field of wind energy, an increasing demand of assessment, expertise and certification services of products with respect to engineering integrity and safety is required.

GL carries out assessments, verifications and certifications for tidal and wave energy devices on the basis of its own Guidelines for the Certification of Ocean Energy Converters and international standards. Additional reference is also made to GL's Rules and Guidelines for Offshore Structures and Offshore Wind Turbines. In case of novel structures where no guidelines or standards may be applicable, or for increased flexibility, a risk based design may be performed.

The assessment activities involve examining environmental and load assumptions, mechanical/structural design and safety features by means of parallel computation, assessment and evaluation in the context of the Guideline, as well as inspecting the manufacturing process and assessing the prototype or the whole project.

A successful converter assessment may be documented in different levels of assessment. In view of the variability of the designs GL always provides a customised evaluation/certification procedure.




**Figure 1: Principal elements of certification**

**2. Feasibility evaluation**

Since ocean energy converters are novel devices, a concept study can be performed and reported in early stages of the design. This optional assessment precedes any certification work and is used to improve confidence in the project. During this assessment conceptual design of the power production concept, of safety relevant systems and the structure is assessed.

**3. Design basis assessment**

Load assumptions as well as support structure or mooring design are strongly dependent on the environmental and system parameters assumed and specified. Design is heavily influenced by material selection and structural analysis principles. All these are generally compiled in the Design Basis document. Review and check of this document will be performed with respect to guidelines and standards to be applied. Successful assessment demonstrates the establishment of a solid base for further development and design.

**4. Design assessment**

En route to serial production a thorough evaluation of the energy converter is performed. Within the design assessment a complete examination of the design analyses with all required material and component tests are assessed. Further commissioning witnessing of one of the first devices of the type is performed. Following completion, GL will issue a Statement of Compliance for the A- or B-Design Assessment. The B-Design Assessment may be issued with items that are outstanding, if these are not directly safety-relevant. Furthermore it has a validity period of one year only. This period can be used to fulfil the missing requirements for the A-Design Assessment which will not be issued as long as outstanding items are present
The assessment of the design comprises the elements of evaluation on the basis of the respective standards to be applied in the assessments as defined in the design basis. The elements considered are:

- Safety systems incl. emergency shutdown system
- Load and response analyses
- Structures
- Mooring / foundation system
- Electrical system
- Mechanical system
- Hydraulic system
- Control system
- Marine systems including bilge system
- Other systems such as: turbines, lubrication, dehumidification, cooling systems, corrosion protection etc
- Component testing
- Maintenance procedures

It is generally carried out in two sequential steps. The first part covers all aspects of the safety and control concept as well as the load assumptions and load calculations. During the second part of the design assessment all components (see list above) of the system are being examined on the basis of the previously approved loads and the relevant standards and guidelines.
At the end of the design assessment manuals and procedures for erection, commissioning, operation and maintenance are checked for suitability, completeness and compliance with the assumptions in the design documentation. Component testing (e.g. blades, gearboxes) forms an integral part of the design assessment.

**5. Development accompanying assessment**

GL offers a development accompanying assessment (DAA). Therefore, GL provides the client with broad expert knowledge from comprehensive certification activities to the benefit of the design of the ocean energy converter. Communication shall take place within expert meetings, telephone and email as well as via video conferences. The aim of GL is to support the manufacturer in achieving best technical solutions and a "reduced time to market" for the product. The DAA can be requested by the manufacturer during the certification phase at any time, if desired, and comes into action when questions need to be clarified obviously exceeding the normal extent of certification, e.g. innovative verification approaches, application of special materials or tests. The extent is to be agreed with the manufacturer.

**6. Prototype Certification**

This certificate is issued to enable testing of prototypes and is based on design evaluation. As a rule, power and load measurements shall be performed at the prototype, after which they shall be compared to the calculated values. The location of the device is stated on the certificate and the period of validity is limited to up to 3 years.
The issue of the Prototype Certificate is based on successful evaluation by the certification body of:

- Prototype design evaluation (C – Design Assessment)
- Prototype fabrication surveillance
- Installation evaluation
- Final acceptance / commissioning inspection
- Annual inspection

During the prototype design evaluation (C – Design Assessment) matters with no safety implication within the period of validity can be considered using simplified methods. Design assessment is usually based on a complete plausibility check of the loads, the power generating structure, the machinery components as well as of the structure. Modifications, e.g. to the control system are permissible, provided that the safety of the device is not adversely influenced.
Items as safety concept, support structure and mooring system and the related load assumptions shall be analysed in detail. National or local regulations may require additional detailed analysis.

**7. Type certification**

When carrying out Type Certification, the overall concept of the ocean energy converter is assessed. The certification covers all components and elements of the ocean energy converter built in series, i.e. safety as well as design, construction, workmanship and quality are checked, assessed and certified.
It consists of a design assessment and an assessment of the quality system, the implementation of the design-related requirements in production and installation (IPE), manufacturing evaluation, as well as witnessing of the test operation of a prototype. The results of the prototype tests regarding power measurement, load measurements and converter behavior are an integral part of the Type Certification

The evaluation of the manufacturer's quality management covers the whole range of activities necessary to confirm the quality of the product. The certification of the manufacturer's quality management system (QMS) according to ISO 9001 (including design) covers a large portion of these requirements. However, the link between quality management and product quality needs to be specially addressed. It shall be ensured that the requirements stipulated in the technical documentation with respect to the components are observed and implemented in production and erection (IPE). The respective IPE assessment requires an inspection in which it shall be

demonstrated on at least one specimen that it is manufactured following the design requirements under certification. IPE shall be carried out by GL at the manufacturers of the components and the manufacturer of the converter.

The Conditioned Type Certificate is issued to allow for 0-series production as well as to allow for outstanding matters with no safety implication. The Conditioned Type Certificate is based on the full certification scope with the exception that outstanding matters are allowed. The outstanding matters are however limited to:

- matters with no safety implication within the period of validity (maximum 1 year)
- matters related to the finalization of manuals and quality control procedures
- matters related to the finalization of inspections regarding the implementation of the design-related requirements in production and installation

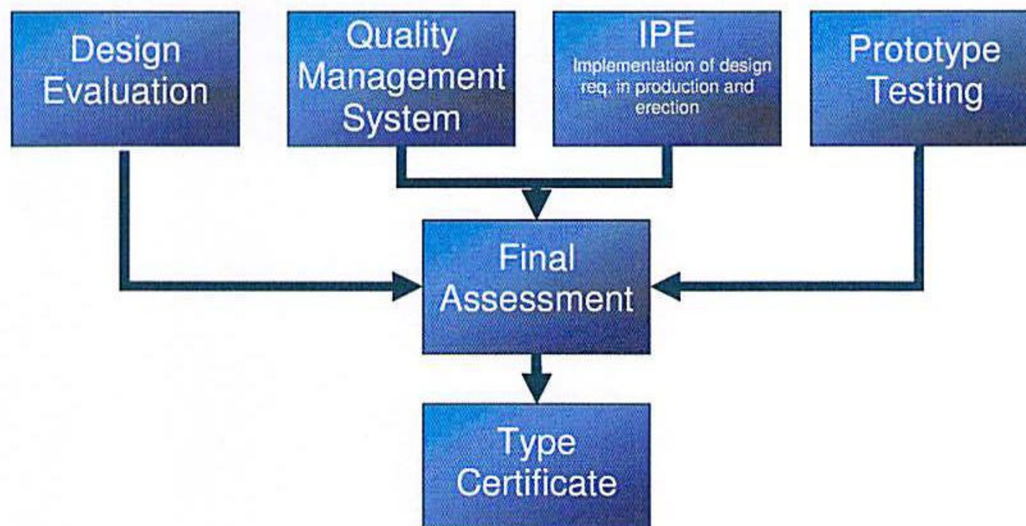



**Figure 2: Modules of type certification**

**8. Project certification**

Project certification shall confirm for a specific site that energy converters meet requirements governed by site-specific external conditions and are in conformity with other requirements relevant to the site (such as soil and environmental conditions, mooring / anchoring, etc). It includes the design assessment of site specific built components.

A Project Certification may be based on a Type Certification and includes all its elements. In this case any additional site specific designs and/or design changes related to the energy converter are considered within the Project Certification.

It is a vital assessment and monitoring service to ensure that devices meet the requirements in the safety standards at every stage of their working life. Monitoring begins during the manufacturing process and continues during transport and erection of the energy converters. GL specialists witness the commissioning of a device and carry out periodic monitoring at agreed intervals throughout its working life.

Project Certification, as a rule, covers more than one converter, i.e. an entire power plant. It includes the design, manufacturing, installation and commissioning of all necessary installations such as land falls, power cabling, power transmission and the transformer station.

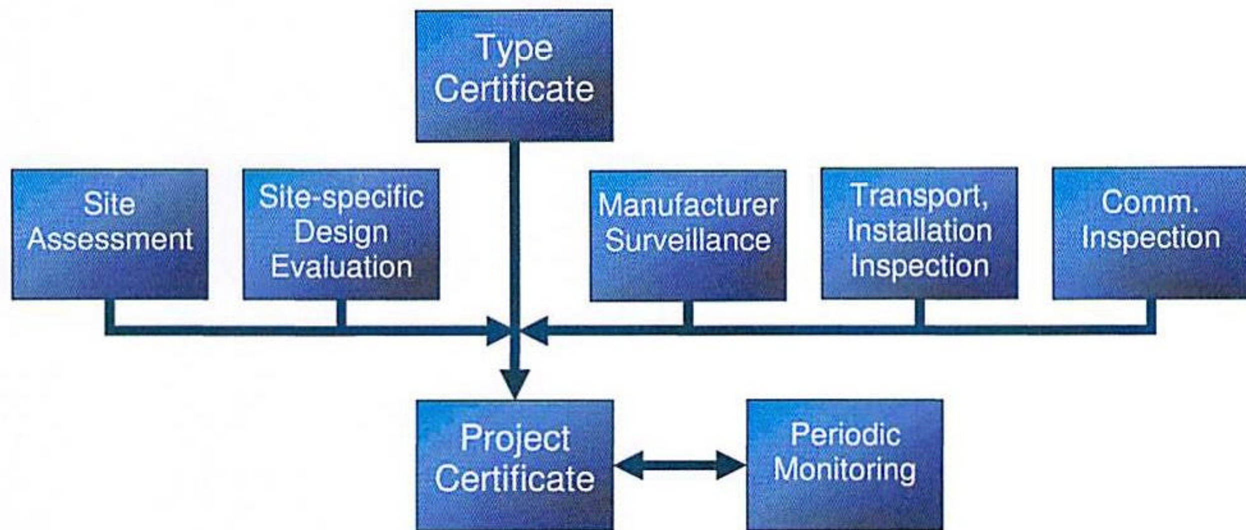



**Figure 3: Modules of project certification**

**9. Component Certification**

The procedures set up for the type certification may be applied to individual components and subassemblies of the energy converter built in series. These items may be e.g. machinery or electrical components which may be used in different ocean energy converter types. In this case a set of external and load conditions is defined by the manufacturer. Component certification is performed based on these defined conditions and the applicable guidelines and standards. In a subsequent type certification it is assessed if the conditions and standards defined for the component fulfil the requirements for the energy device under consideration.

**Benefits**

GL's expertise and experience in wind energy, oil and gas as well as maritime industry are invaluable not only to designers and manufacturers but also to investors and insurers. These key players in the up-and-coming ocean energy market are particularly interested in assessment, expertise and certification services that evaluate the engineering integrity and safety of ocean energy converters.

Kimon Argyriadis

Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Renewables Certification
Department Load Assumptions
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Tel. +49 40 36149 -138
Fax +49 40 36149-1720
ocean-energy@gl-group.com

http://www.gl-group.com/glwind

# Renewables Project Certification

## Tailwind for your project

Which way is the wind blowing in the market? For many in the industry it is definitely a tailwind. In mature markets such as Germany there is a growing demand for offshore projects and repowering. And in markets such as America, Asia, UK, Spain, France and Italy there is clear growth potential. As new wind farms are designed and built onshore and offshore, manufacturers, owners and operators, investors and insurers all require project expertise, verification and certification.

## Leading the way

Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Renewables Certification (GL RC), the world's leading certification body in the wind industry, has been certifying wind turbines and their components for 30 years. Our unique 3-dimensional approach is unmatched in the industry: we work the whole project lifecycle, deliver services on a global scale, and make one-stop shopping possible through our holistic service offering.

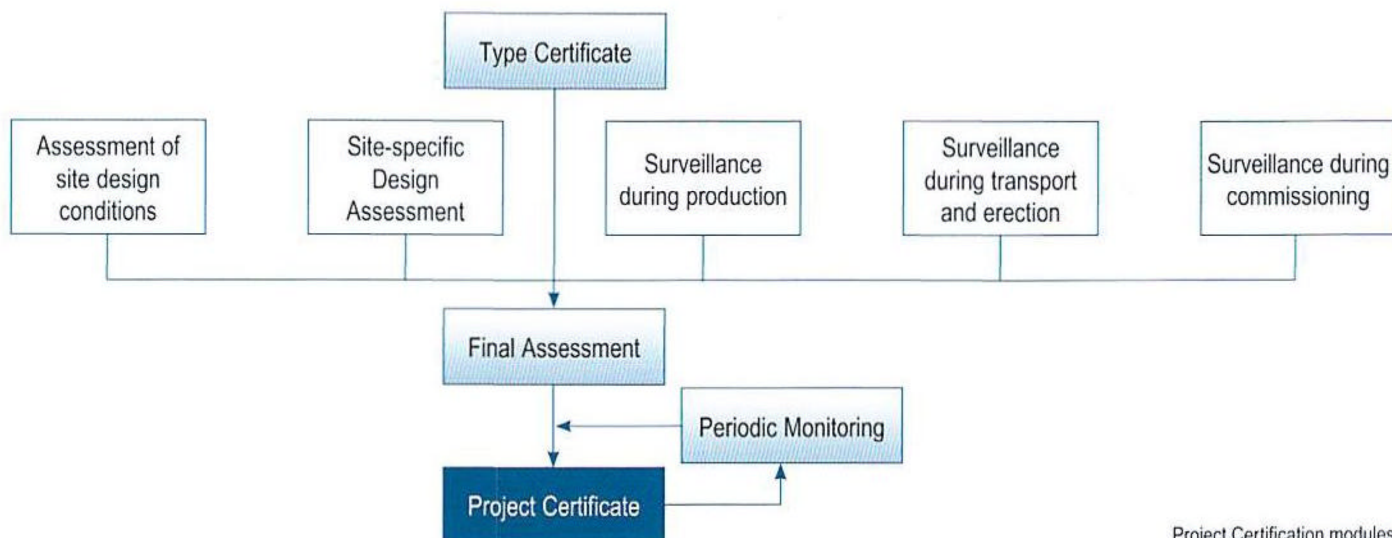
In 1986 GL created a first comprehensive certification procedure for international Project Certification, the basis of which still applies today. In fact, GL RC is the world's only certification body with such history in guidelines.

Essentially based on the same principles of Type Certification (see corresponding information sheet), Project Certification evaluates the technical integrity of the wind project in light of site-specific conditions (e.g. cold climate, wake effects, etc.). Minimising risks and increasing the confidence of investors, insurers, operators and authorities are the main drivers of a third party Project Certification. The benefit of Certification from GL RC is that the various certification processes and guidelines can be applied almost simultaneously, ensuring safe, reliable and successful wind projects – onshore and offshore.

## Project Certification modules

From design evaluation to surveillance of fabrication up to commissioning and periodic monitoring, GL RC offers under one roof the full range of services for project certification. Upon successful completion of each of the modules shown in the flow chart below, a Project Certificate is issued, and remains valid during the lifetime of the project as long as Periodic Monitoring is carried out.

GL




Project Certification modules

## What we can do for you

Specifically, the modules composing or services related to Project Certification include:

**Assessment of site design conditions:** Module involving assessment of site conditions such as environmental, electrical and soil conditions

**Site-specific Design Assessment:** Assessment of load assumptions and design of the wind turbine including foundation with respect to site conditions; particular account taken of wake effects, seismic conditions, complex terrain and temperature extremes

**Surveillance during production:** The aim of the surveillance of production is to verify that the production is done according to the approved drawings, rules and specifications.

**Surveillance during transport and erection**: Appraisal of specifications and procedures by GL RC specialists and monitoring by inspectors on site

**Surveillance during commissioning:** Tests on the proper functioning of control and safety systems of the wind turbine and its operational behaviour; checks for damage and conformity of the components used with the certification documents

**Periodic Monitoring:** Checks every two or four years on all systems for functionality, corrosion, wear, damage, etc.

**Other related services:**

**Risk Analysis:** Considers possible risks posed by a wind turbine, e.g. interaction with ship traffic and blade throw, in high-risk environments such as pipelines or chemical plants

**Ship Collision Analysis:** Numerical simulations are carried out to show the hull-retaining behaviour of the support structure of offshore wind turbines and substations. Multiple scenarios with variations in water level and drifting angle of representative ships are examined.

**Marine Warranty Survey:** Verification of requirements stipulated by the insurer in the warranty clause with respect to marine operations to ensure that all necessary precautions are taken to avoid loss or damage of insured cargo

**Damage Expertise:** May be required by owners, operators or insurers; synergy effects through close co-operation with GL specialists in the fields of damage assessment, materials testing and failure analysis

**When it comes to the certification of wind farm projects, GL RC stands in a league of its own.**

**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Phone: +49 40 36149-0 · Fax: +49 40 36149-1720

FSC
This brochure was produced with consideration for the environment. It is printed on paper that is 100% recycled and has an FSC accreditation



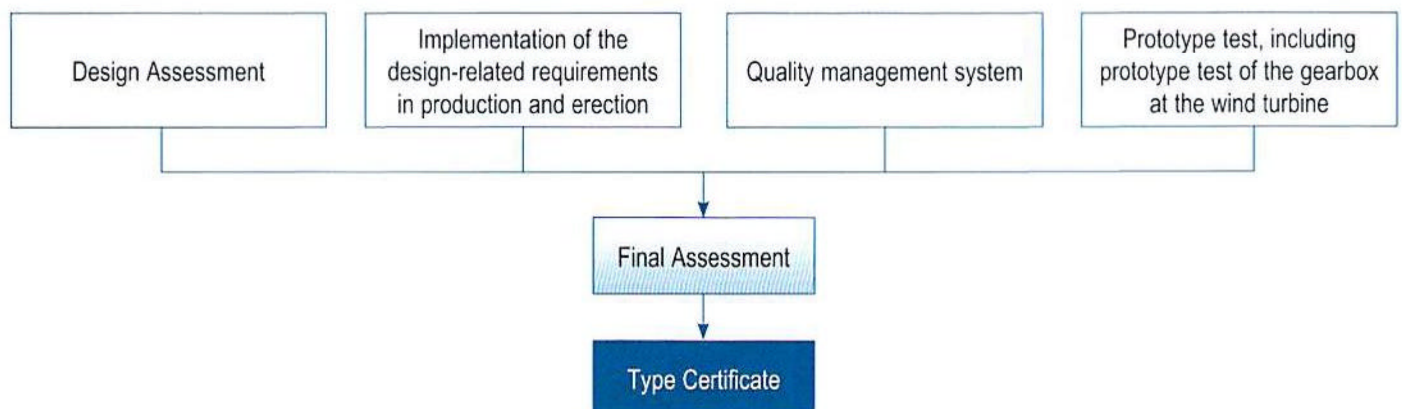


2011-11-01

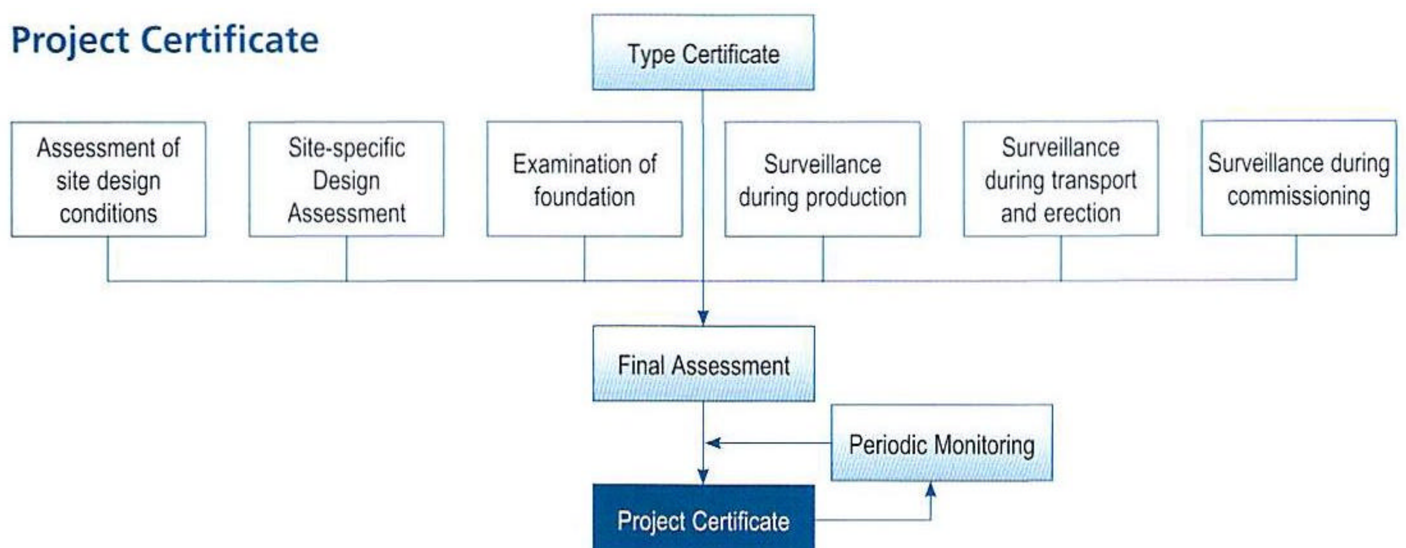
# Design Assessment

## Keep track of the opportunities through certification

## Type Certificate




## Project Certificate




GL



Assessment of loads and safety concept

↓

Certification Report: Load assumptions

↓

Assessment of the design documentation and the manuals

- Rotor blade tests
- Prototype test of the gearbox at the test bench
- Prototype test of the generator at the test bench
- Prototype tests electrical components
- Witnessing of the commissioning

↓

**Certification Reports:**

- Safety system and manuals
- Rotor blades
- Machinery components
- Tower (and foundation)
- Electrical installations and lightning protection
- Nacelle cover and spinner
- Commissioning witnessing

↓

For items still outstanding: B-Design Assessment

↓

No items outstanding: A-Design Assessment

**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Phone: +49 40 36149-0 · Fax: +49 40 36149-1720
glrenewables@gl-group.com · www.gl-group.com/GLRenewables





OE504 · 2011-02-01

# Type Certification

## The only stamp of approval you need



At Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Renewables Certification (GL RC), Type Certification – together with Component Certification and Project Certification – is an integral part of our unique 3-dimensional approach. Our vast portfolio and extensive expertise in each of these fields inspire original solutions which help you maximise the value of your investment. Working the entire project lifecycle, GL RC delivers, on a global scale, one-stop shopping thanks to our trademark holistic service offering.

Certification of wind turbines – defined as the proof of compliance with defined guidelines, codes and standards – goes back 30 years. Historically dominated by wind pioneer nations (Germany, Denmark, etc.), certification and the development of related guidelines are growing in importance as emerging markets (China, US, etc.) as well as numerous banks and owners are realising the value of a thorough evaluation and certification of wind turbines.

GL RC excels in performing state-of-the-art, independent Type Certification for both manufacturers and developers.

Applying different certification processes and guidelines in parallel, GL RC endorses the safety and reliability of onshore and offshore wind turbines. GL RC's meticulous Type Certifications ultimately minimise risks and increase the confidence of investors, insurers, operators and authorities alike with respect to a turbine's technical integrity, structural reliability, functionality and safety.

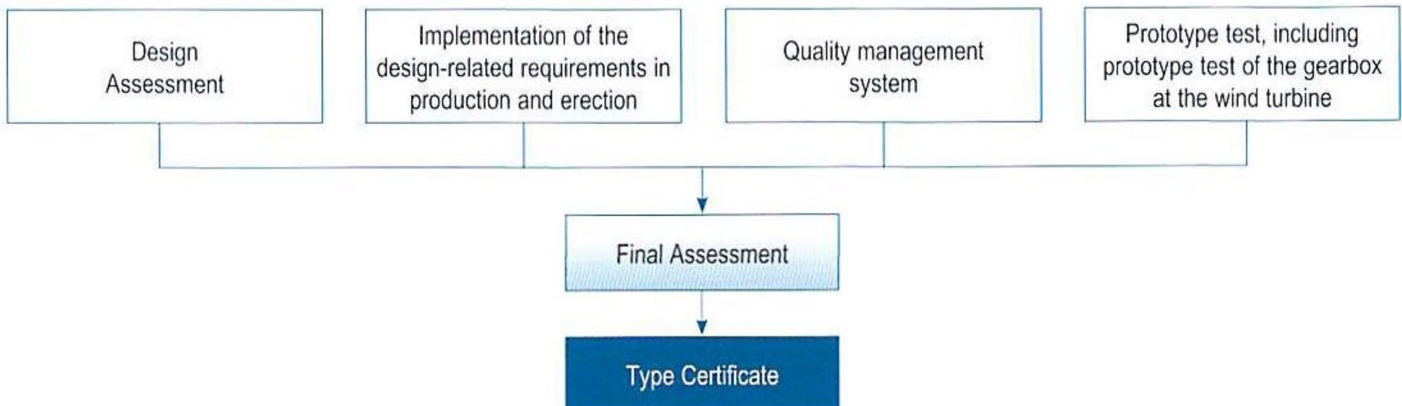
## Leading the way

As the world's leading certification body in the wind industry, GL RC has been certifying wind turbines and their components for three decades. In 1986 GL RC created the first comprehensive certification procedure for international Type Certification, the basis of which still applies today. In fact, GL RC is the world's only certification body to have published such a variety of own comprehensive guidelines. GL RC can certify turbines based on its own Guidelines (GL 2003/2004, GL 2005, GL 2010), national requirements or international standards (IEC 61 400 – 2, IEC 61 400 – 22).

GL

## Modules of Type Certification

To attain a Type Certificate each of the modules shown in the figure below are carried out:




## What we can do for you

Using the latest commercial and in-house tools for simulation and analysis in the fields of load case definitions, load assumptions, rotor blades, machinery and mechanical structures, electrical installations, towers, foundations etc., the experts at GL RC tailor our certification services to the project specifics and the requirements of the client, whether the latter be a manufacturer or developer. Descriptions of each of the aforementioned modules follow.

### Design Assessment (DA)

Assessment of documents (specifications, calculations, drawings, descriptions and/or parts lists) with respect to:

- Control and safety concept
- Load case definitions / load assumptions
- Safety system
- Rotor blades and blade test reports
- Mechanical structures
- Machinery components including prototype test of the gearbox on an adequate test bench
- Electrical installations including lightning protection and prototype test of the generator
- Nacelle cover and spinner
- Tower
- Optionally: foundation
- Manuals for erection, commissioning, and O&M
- Other optional items such as personnel safety, condition monitoring or fire protection systems, grid connection compatibility, shop approvals

The load case definitions and the load assumptions / load calculations may be performed as per International Standards IEC 61 400 – 1, 2nd or 3rd edition as well as IEC 61 400-3 instead of or in addition to the GL Guidelines.

### Quality Management System of Manufacturer and Designer

- Demonstration of compliance of design and manufacturing process with ISO 9001
- QM system generally certified by an accredited certification body

### Implementation of design-related requirements in Production and Erection (IPE)

- Demonstration of compliance with and implementation of requirements in technical documentation of components during production, assembly and erection of wind turbine

### Prototype Testing

- Measurements of power curve, noise emission and electrical properties as well as testing of wind turbine behaviour and load measurements, carried out by an accredited testing institute
- Testing of gearbox prototype on wind turbine
- Check for plausibility of measured results and comparison with assumptions in design documentation

**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Phone: +49 40 36149-0 · Fax: +49 40 36149-1720
glrenewables@gl-group.com · www.gl-group.com/GLRenewables

OE510 · 2011-02-01




The object of a Component Certification is the confirmation that a component for a wind turbine is designed, documented and manufactured in conformity with design assumptions, specific standards and technical requirements.

Component Certification consists of the following modules:

- design assessment
- manufacturing evaluation (Implementation of design requirements in Production and Erection - IPE)
- quality management system
- prototype component testing
- final assessment (component certificate)

These modules are illustrated in Figure 1.

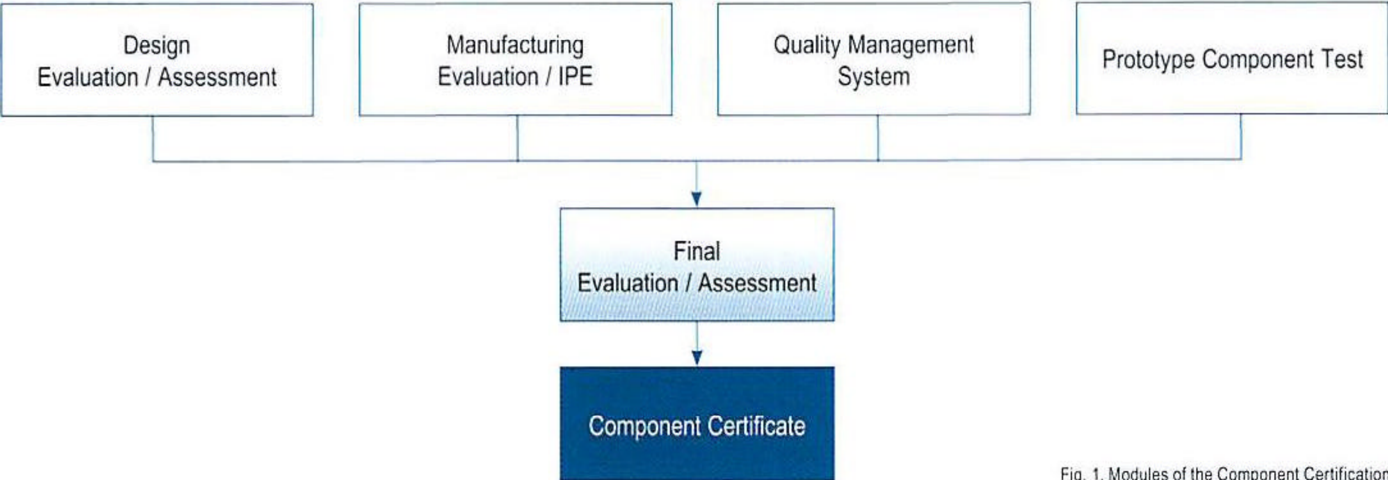



Fig. 1. Modules of the Component Certification

The procedures for Component Certification must be in line with procedures of a Type Certification required for the whole wind turbine.

GL

The specific scope for the assessment within a module depends on the actual component. The procedures and requirements that must be applied are described in technical guidelines, like [1] and [2] from Germanischer Lloyd, and standards like [3] from IEC.

Satisfactory assessment of each module is concluded with a Certification Report/Statement of Compliance and these are included in the Component Certificate.

Component Certificates are often required for rotor blades, rotor hubs, gearboxes, sometimes for generators and towers but more and more also for bearings and locking devices, main shafts, main brakes and couplings, transformers and converters, as well as main and generator frames and lifting devices. Component Certificates may additionally be used for pitch and yaw drives and their bearings.

Special attention must be given to the specifications because the relation of the components to the adjacent components and the systems of the wind turbine must be taken into account. The specifications must include the critical conditions, such as operating conditions, loads and/or dynamic properties.

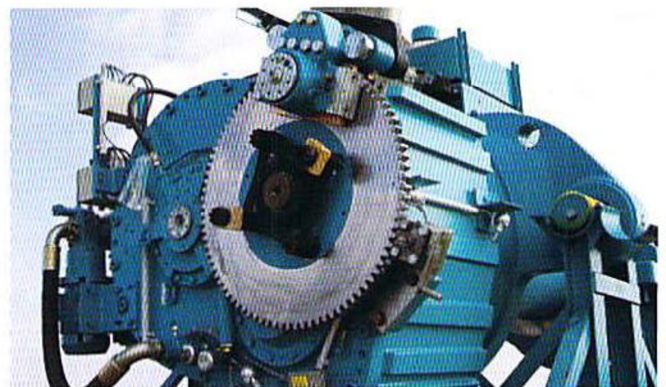
Germanischer Lloyd provides tailored solutions for wind turbine manufacturers or sub-suppliers of components. You will receive a hallmark showing that your component meets both international standards and your customer's needs.

Ask for an individual offer from GL, the world's leading authority on wind energy.

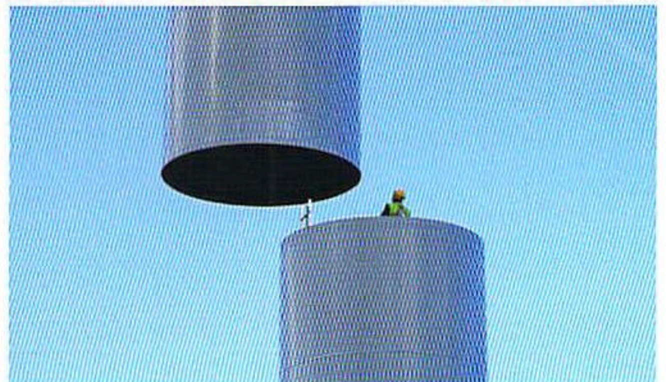
[1] "Guideline for the Certification of Wind Turbines", Edition 2010

[2] "Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines", Edition 2005

[3] "Conformity testing and certification", IEC 61400-22 Edition 1.0, 2010-05







**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Phone: +49 40 36149-0 · Fax: +49 40 36149-1720
glrenewables@gl-group.com · www.gl-group.com/GLRenewables

# Ocean Energy Converter Certification

## Exploiting the power of the sea

### A growing market

In countries enjoying powerful ocean wave and current resources, developers and investors are increasingly looking to exploit the sea as a source of infinitely renewable energy. As a result, R&D activities are steadily on the rise and, in the wake of significant new developments expected to reach series production in the next decade, there is a growing demand for independent third-party evaluation, verification and certification in this nascent industry.

### A wealth of experience

For over 140 years Germanischer Lloyd (GL) has been setting technology, safety and quality standards in a wide variety of maritime and industrial fields. Today, GL is one of the world's leading technical surveillance societies:

- GL has classified over 7060 ships and is the leading classification society for container ships
- For over 30 years GL has been certifying structures and pipelines for the oil & gas industry
- With three decades of experience, Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Renewables Certification (GL RC) is the world's leading certification body in the wind energy market, onshore and offshore

### What we can do for you

Drawing from its long-standing experience in the maritime and renewable energy sectors, GL RC is now providing expertise, assessment, and certification services for ocean energy converters, offering its skills and know-how to key players in this emerging market, e.g. designers, manufacturers, investors and insurers interested in evaluating the engineering integrity and safety of ocean energy systems.

GL RC carries out assessments, verifications and certifications for tidal and wave energy devices on the basis of its own Guidelines for the Certification of Ocean Energy Converters as well as international standards. Reference is also made to GL's Rules and Guidelines for Offshore Structures and Offshore Wind Turbines.

GL RC understands the importance of time to market, which is why we support our clients from the early stages of development in safety- and certification-related matters.

GL

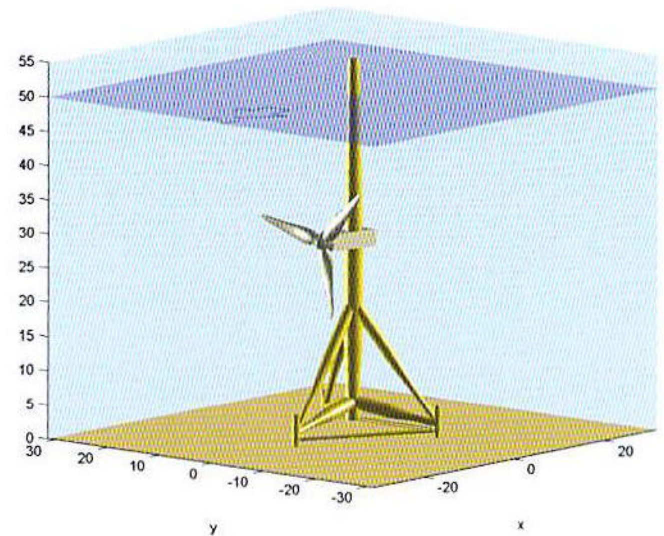
In light of the diversity of concepts under development, GL RC provides a tailored evaluation/certification procedure, which may include any combination of the following:

- Feasibility evaluation
- Design basis assessment
- Prototype certification
- Development accompanying assessment
- Type certification
- Project certification

The certification includes examination of the complete design, fabrication and testing in order to provide a comprehensive evaluation of its level of safety and technical quality. Specifically, GL RC offers the following services:

- Plausibility check of the design
- Examination of drawings, assumptions and analysis
- Examination of components (design and tests)
- Witnessing of testing of device
- Comparison of test results with assumptions
- Examination of fabrication quality
- Inspection of transport and installation
- Witnessing of commissioning




Model of a tidal turbine (GH Tidal Bladed)

Typically, the scope of type certification for an ocean energy converter includes:

- Safety system including emergency shutdown system
- Risk analysis regarding safety
- Load and response analysis
- Structural analysis including mooring/foundation system
- Electrical system
- Mechanical system
- Hydraulic and control system
- Marine systems including bilge system
- Other systems such as: cooling, corrosion protection, lubrication, pumps, etc.
- Component tests, if required
- Installation and maintenance procedures
- Fabrication and installation inspection
- Quality control
- Power curve measurement and evaluation of energy production
- Load measurement
- Power quality

Feel free to contact us today to discuss our range of custom-designed ocean energy converter certification services and solutions.

OE506 · 2011-02-01

**Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH**
**Renewables Certification**
Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany
Phone: +49 40 36149-0 · Fax: +49 40 36149-1720
ocean-energy@gl-group.com · glrenewables@gl-group.com · www.gl-group.com/GLRenewables




Industrie Service

# TÜV SÜD Offshore Wind Energy

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH**
**Offshore Wind Energy Department**

# Agenda




Industrie Service

# TÜV SÜD Group



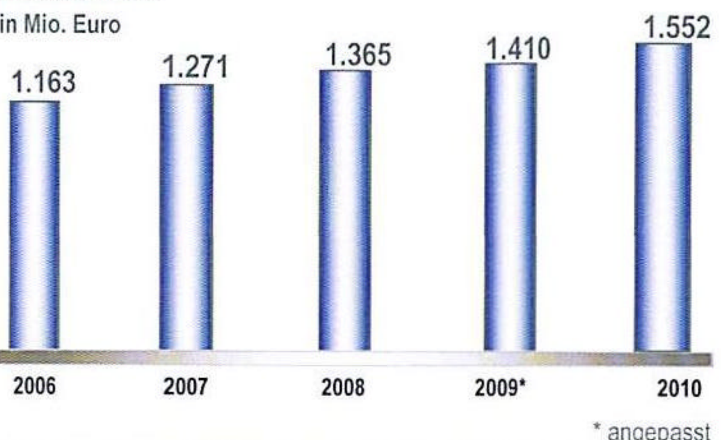

Industrie Service

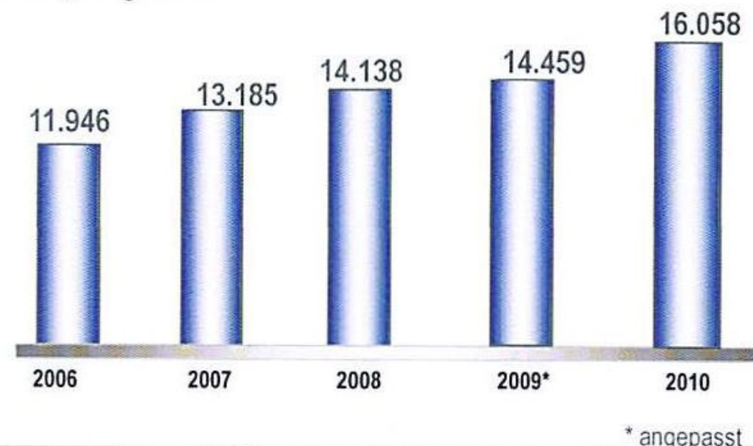
## Numbers and Facts



- Technical Service Provider
- 2010: 16.000 Employees
- over 600 offices worldwide
- Revenue 2010: 1.552 Mio. Euro
- Headquarter: Munich (Germany)
- Successful in the market for 140 years

700 in Hamburg
30 for Offshore



# TÜV SÜD Wind Energy – Services at a Glance




Industrie Service

## TÜV SÜD: All services from a single source

| Type Certification | Site Assessment | Wind Farm Certification | Offshore Services | Technische Due Diligence |
|---|---|---|---|---|
| ▪ Design assessment<br>▪ Prototype testing<br>▪ Manufacturing Evaluation | ▪ Assessment of wind potential<br>▪ Energy yield calculations<br>▪ Wind measurements<br>▪ Turbulences, extreme winds<br>▪ Technical due diligence | ▪ Foundations<br>▪ Site assessment<br>▪ Energy yield calculations<br>▪ Control and monitoring of wind turbine erection<br>▪ Power quality and grid stabilisation | ▪ Site assessment<br>▪ Site-specific design examination<br>▪ Inspections<br>▪ In-service inspections<br>▪ Project certification | ▪ Site assessment<br>▪ Site-specific planning<br>▪ Uncertainty analysis<br>▪ Turbine evaluation<br>▪ Turbulence analysis<br>▪ Energy yield calculation |

# TÜV SÜD Wind Energy – Accreditations




Industrie Service




International accreditation as certification body for wind turbines and their components, onshore and offshore (EN 45011)

International accreditation as testing laboratory for the assessment of wind potential, site-specific assessment of wind potential and energy yield, assessment of extreme wind speeds and turbulence, shadow flicker and noise exposure forecasts (EN ISO/IEC 17025)

Certification body for offshore wind farms recognised by the Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany (BSH)

# TÜV SÜD Wind Energy – An Expert Partner




Industrie Service

| | |
|---|---|
| 1994 | German type approval of tower and foundation according to DIBt |
| 1999 | Design assessment of load assumptions |
| 2002 | International accreditation for type certification of wind turbines |
| 2003 | Type certification of wind turbines |
| 2004 | Design assessment of machinery parts and rotor blades |
| 2005 | Type certification, manufacturing evaluation |
| 2008 | Site assessment and wind farm acceptance test |
| 2009 | Establishment of WindCert (including type certification, site assessment, wind farm certification) |
| 2010 | Establishment of Offshore Wind Energy department in Hamburg |

# Agenda




Industrie Service

1 TÜV SÜD Wind Energy – Services at a Glance

2 Project-Based Service Approach

3 Project Certification According to BSH

4 TÜV SÜD Expertise

5 Summary

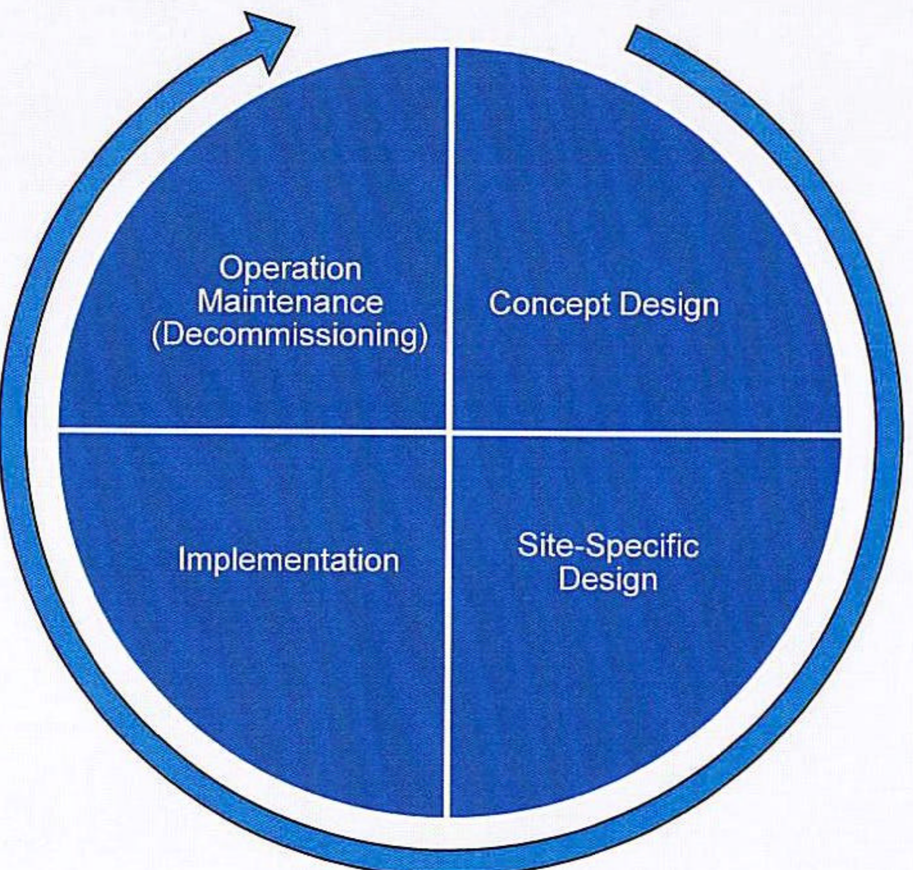
# Project-Based Service Approach




Industrie Service

## Life cycle of an offshore wind energy project





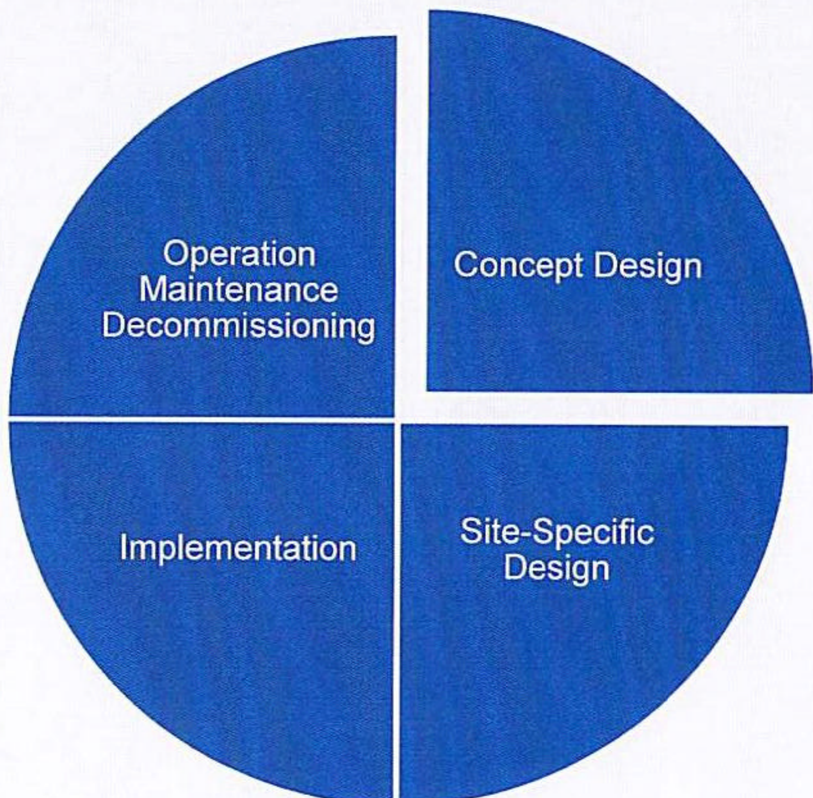
# Project-Based Service Approach




Industrie Service

**Assessment / consulting services including:**

- Soil investigation
- Wind conditions
- Maritime conditions
- Load-case definitions
- Design concept (turbine, foundation, transformer station, cables,..)
- Logistics and installation concept
- Energy yield calculations
- ....



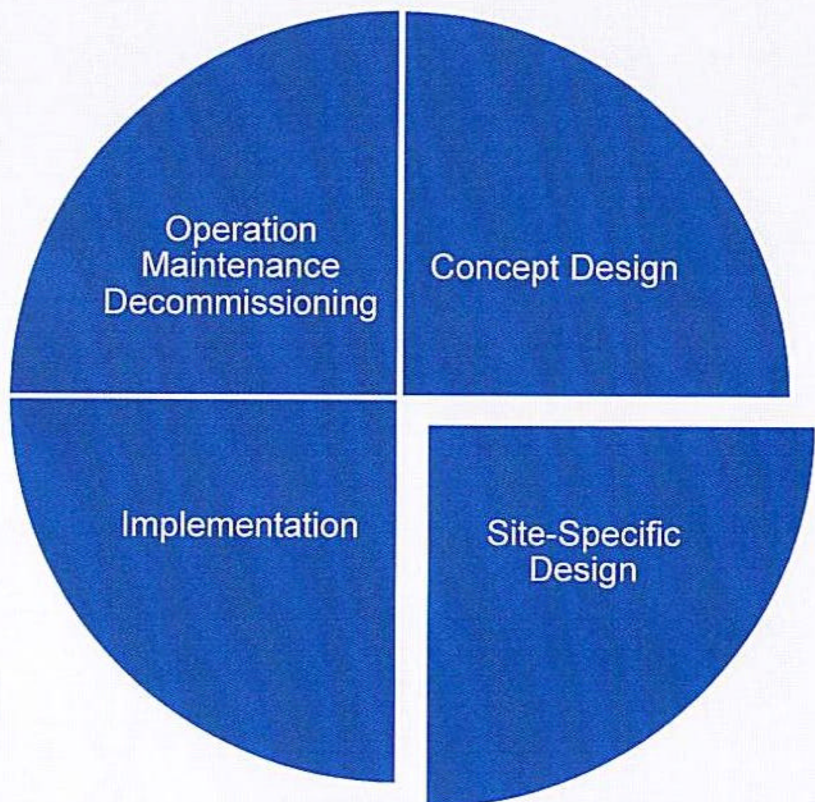
# Project-Based Service Approach




Industrie Service

**Assessment/consulting services including:**

- Load calculations
- Detailed turbine design
- Detailed foundation design
- Transformer station
- Cables
- Met mast (structure and measurement equipment)
- Logistics and installation concept
- HSE planning



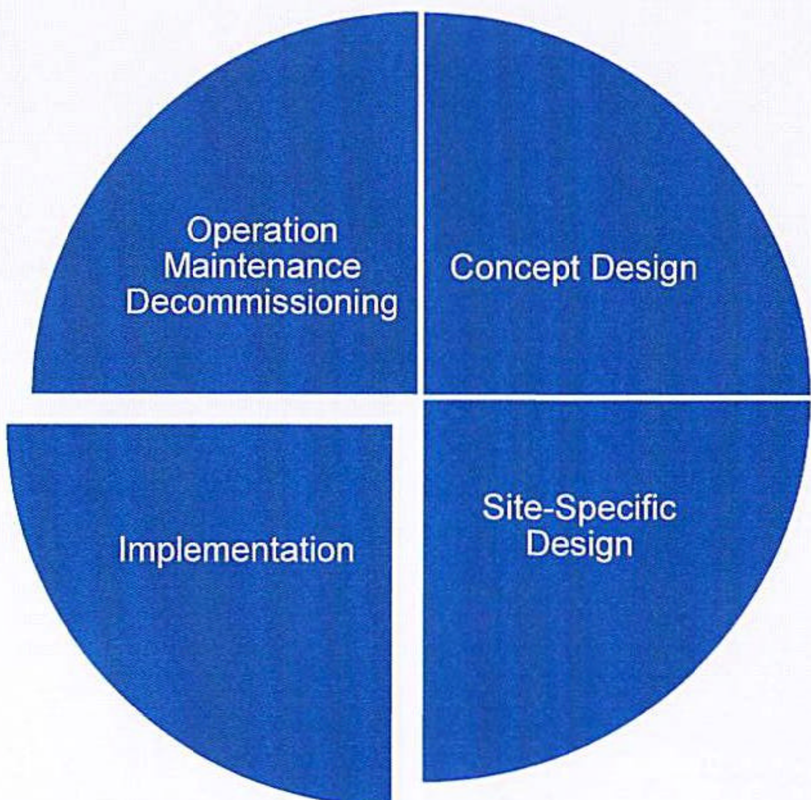
# Project-Based Service Approach



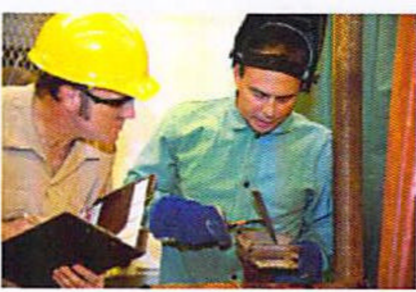

Industrie Service

**Assessment/consulting services including:**

- Quality assurance during production (document review, quality audits, periodic inspections)
- Transport and installation plans incl. manuals
- Monitoring of transport (on and offshore)
- Monitoring of installation
- Monitoring / final approval for commissioning
- HSE implementation
- ....





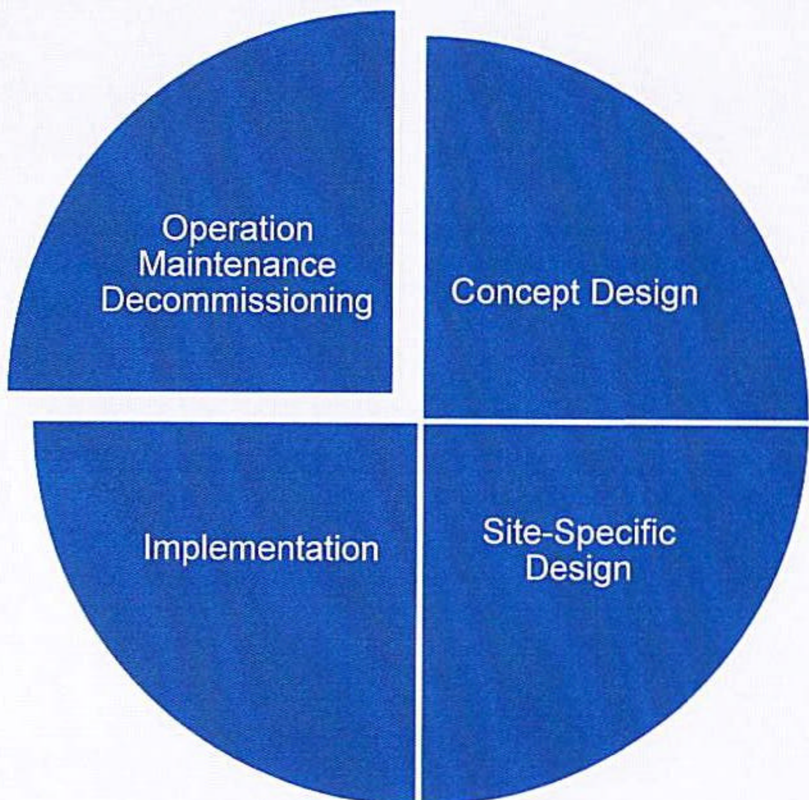
# Project-Based Service Approach




Industrie Service

**Periodic inspections and tests:**

- Wind turbine
- Support Structure
- Transformer station
- Cables
- ....



# Agenda




Industrie Service

1. TÜV SÜD Wind Energy – Services at a Glance
2. Project-Based Service Approach
3. Project Certification According to BSH
4. TÜV SÜD Expertise
5. Summary

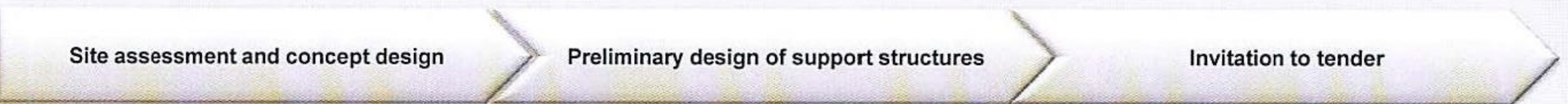
# Project Certification According to BSH



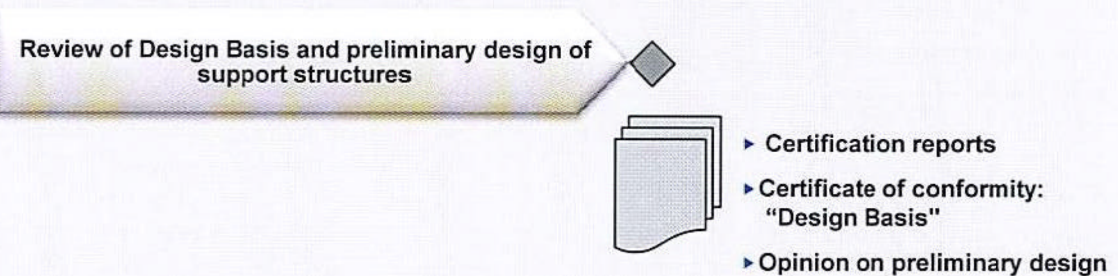

Industrie Service




**Project Phase: Development**

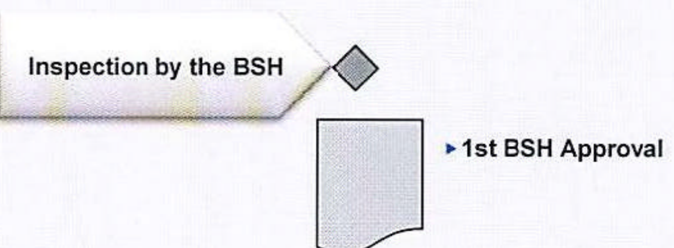



**TÜV SÜD Certification Body**




- Certification reports
- Certificate of conformity: "Design Basis"
- Opinion on preliminary design

**Approval Authority**




- 1st BSH Approval

# Project Certification According to BSH




Industrie Service



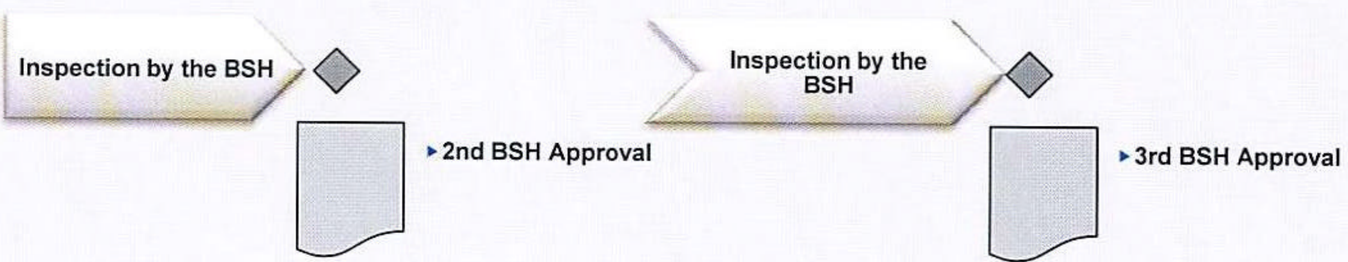

**Project Phase: Design**




**TÜV SÜD Certification Body**



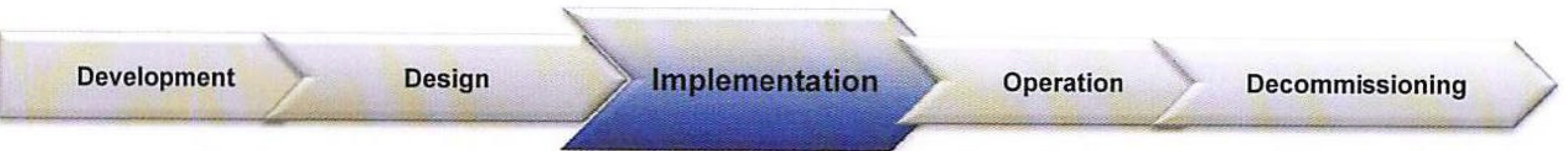

**Approval Authority**



# Project Certification According to BSH



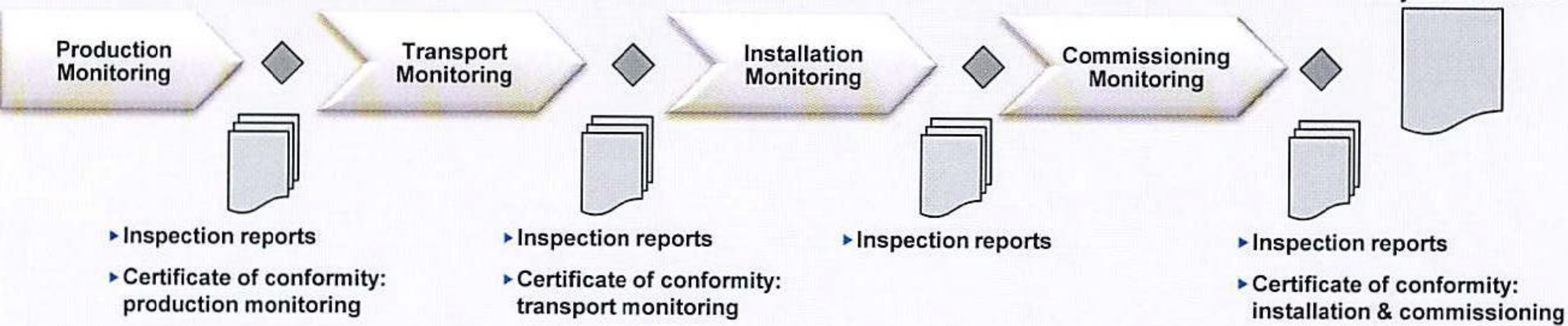

Industrie Service




**Project Phase : Implementation**




**TÜV SÜD Certification Body**



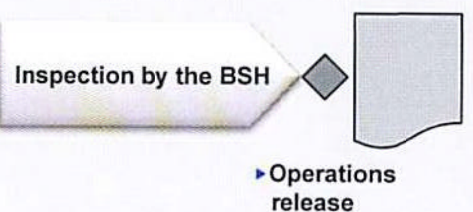

- Inspection reports
- Certificate of conformity: production monitoring

- Inspection reports
- Certificate of conformity: transport monitoring

- Inspection reports

- Inspection reports
- Certificate of conformity: installation & commissioning monitoring

**Approval Authority**




- Operations release

# Project Certification According to BSH




Industrie Service




**Project Phase : Operation**

Operation, maintenance and monitoring

**TÜV SÜD Certification Body**

Periodic inspections

- Inspection reports
- Certificates of conformity

**Approval Authority**

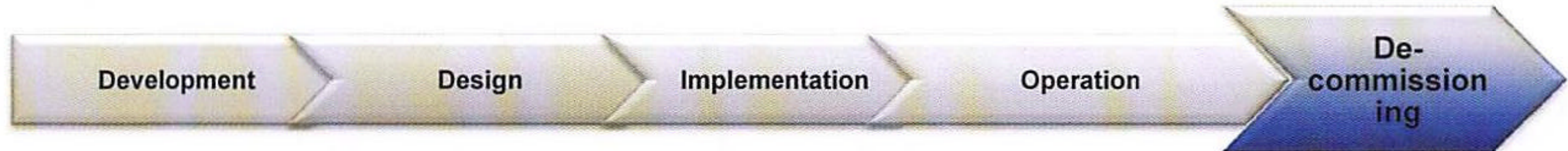
Inspection by the BSH

- Upholding or temporary withdrawal of operating permit

# Project Certification According to BSH




Industrie Service




**Project Phase : Decommissioning**

Planning of decommissioning → Implementation of decommissioning

**TÜV SÜD Certification Body**

Review of decommissioning plan → Monitoring of decommissioning

- Certification report: decommissioning plan
- Inspection reports
- Certificate of conformity: decommissioning“

**Approval Authority**

Inspection by the BSH → Inspection by the BSH

- BSH approval
- Declaration of completion of the measure by the BSH

# Agenda




Industrie Service

1. TÜV SÜD Wind Energy – Services at a Glance
2. Project-Based Service Approach
3. Project Certification According to BSH
4. TÜV SÜD Expertise
5. Summary

# TÜV SÜD Expertise

TÜV SÜD

Industrie Service

**Planning/design/project management**

- Project management offshore certification according to BSH
- Site assessment (wind and waves)
- Site assessment (geotechnical)
- Wind turbine (machinery components, electrical components, loads)
- Offshore support structures (turbine and transformer station)
- Electrical engineering (transformer station und cables)
- Offshore-specific questions
- Risk assessments
- HSE
- Further expertise of TÜV SÜD Group
  - HVAC, fire safety, lifts, cranes, etc.

# TÜV SÜD Competence

TÜV SÜD Industrie Service

**Quality assurance during manufacturing and installation, periodic inspections**

- Welding engineers
- Electrical engineers
- Maritime experts
- Wind turbine experts
- HSE experts
- Logistics experts

# TÜV SÜD Expertise

TÜV SÜD Industrie Service

## References

- Type certification of wind turbines
- Site assessment (wind conditions, soil conditions, energy yield, special reports e.g. ice throw, shadow flicker,..)
- Evaluation of turbine manufacturing process (quality audits) as part of type certification
- Testing of electrical equipment and grids (e.g. offshore transformer station)
- Commissioning and periodic inspections of wind turbines
- Project management "Project certification according to BSH standard"
- Design examination of offshore support structures
- Manufacturing inspections and technical testing and approval in the following areas: Railway, power plants (conventional, nuclear und renewable [solar thermal, PV und biomass] power plants), cranes, amusements rides, infrastructure, …

# Agenda




Industrie Service

1. TÜV SÜD Wind Energy – Services at a Glance
2. Project-Based Service Approach
3. Project Certification According to BSH
4. TÜV SÜD Expertise
5. Summary

# Summary




Industrie Service

**Benefits**

- Assuring and improving project quality
- Ensuring compliance with national and international standards
- Developing of new offshore standards/proactive participation in national and international offshore standardisation committees
- Minimising the risk of delays and cost increase
- Identifying errors / problems in an early project phase
- Impartial expert opinions to be used in future negotiations with stakeholders
- Availability of experts from a wide array of technical disciplines within the TÜV SÜD Group
- Cost benefits based on the combination of local and global services
- Long-term and consistent partnership




Industrie Service

## Contact



TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Offshore Wind Energy Department
Schnackenburgallee 117
22525 Hamburg
Germany

**Alexander Heitmann**
Tel.: +49 (0)40 832 951 - 71
Mobile: +49 (0)151 27745680
E-mail: alexander.heitmann@tuev-sued.de

**Malte Lossin**
Tel.: +49 (0)40 832 951 - 72
Mobile: +49 (0)151 27745741
E-mail: malte.lossin@tuev-sued.de




BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

# Standard

## Ground Investigations for Offshore Wind Farms










BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

# Standard

## Ground Investigations for Offshore Wind Farms

**Status. 25 February 2008, first update**

Issued by Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in co-operation with:


Dr. Roland Atzler
Nautik Nord GmbH, Pohnsdorf

Dr. Rolf Balthes
Fugro Consult GmbH, Markkleeberg

Dr. Alexander Bartholomä
Forschungsinstitut Senckenberg, Wilhelmshaven

Prof. Dipl.-Ing. Horst Bellmer
Prof. Bellmer Ingenieurgruppe GmbH, Bremen

Dipl.-Ing. Tim Bethke
Det Norske Veritas, Hamburg

Dipl.-Ing. Fritz Eißfeldt
Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

Dipl.-Ing. Magnus Geduhn
IMS Ingenieurgesellschaft, Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Harry Harder
Institut für Geotechnik, Hochschule Bremen

Dr.-Ing. Michael Hauschildt
Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Hamburg

Dipl.-Ing. Marcus Klose
Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Hamburg

Dr.-Ing. Kerstin Lesny
Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Universität Duisburg-Essen

Dipl.-Ing. Sascha Lindemann
G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH, Freiberg

Dr. Klaus Michels
Fugro OSAE GmbH, Bremen

Dr. Rolf Muckelmann
GeCon Geophysik GmbH, Dänischenhagen

Dr. Gregor Overbeck
IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg

Dr. Lutz Reinhardt
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Universität Duisburg-Essen

Dr.-Ing. Werner Rücker
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin

Dipl.-Geophys. Peter Rüdinger
Aqua Tech – Geophysik, Falkensee

Dr. Klaus Schwarzer
Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel

Prof. Dr. Volkhard Spiess
Fachgebiet Meerestechnik – Umweltforschung, Universität Bremen

Dr. Franz Tauber
Institut für Ostseeforschung, Warnemünde

Dipl.-Ing. Jörn Uecker
IMS Ingenieurgesellschaft, Hamburg

Dr.-Ing. Stefan Weihrauch
Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GmbH, Hamburg

BSH-No. 7004



Photos: R. Balthes, BARD Engineering GmbH

# Contents

# Part A: Introduction

## 1 Preface

Within the framework of the approval procedures for offshore wind farms to be built in the Exclusive Economic Zone (EEZ), the applicants, i.e. the developers, are required to provide proof for the installations‘ structural safety and use of approved state-of-the-art technology (cf. Art. 5, para. 2, Seeanlagenverordnung (SeeAnlV) - Marine Facilities Ordinance). This first update of the standard for ground investigations, which provides specifications for the foundations of offshore wind turbines, has been developed under the guidance of the BSH. Compliance with this technical standard according to Art. 4, para. 2, SeeAnlV, which constitutes part of the standard „Design of Offshore Wind Turbines“, is required in the approvals granted under SeeAnlV. The technical requirements have been standardised to ensure legal certainty and investment security, and to provide the approval authority, which is committed to the principle of equal treatment, with a valuable tool in its decisionmaking process regarding offshore wind farm approvals.

This updated standard „Ground Investigations for Offshore Wind Farms“ issued by the approval authority specifies the minimum requirements to be met when performing the required geological and geophysical site surveys prior to the installation of offshore wind farm components according to the standard „Design of Offshore Wind Turbines“, including turbines, platforms for the transformer station, and submarine cables. This first update is the result of a thorough review carried out in co-operation with a group of civil engineers and geoscientists from various universities, authorities, firms, and classification societies. It takes into account experience that has been gained with offshore wind farms in other European countries, the research results of the offshore wind farm research group „Gigawind“ which was funded by the German Federal Environment Ministry (BMU), and practical experience that has been gained with the first version of this standard. In content and form, it has been adapted to the current version of the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.

This standard represents the outcome of discussions characterised by a high level of commitment and expertise. If individual opinions and concepts discussed in the course of the decisionmaking process have not been taken into consideration, this does not imply any criticism of such opinions. It only means that the approval authority, after consultation with the experts, has chosen one of several possible solutions or has allowed alternatives considered suitable for the procedure.

## 2 General

Offshore wind turbines are construction projects involving a high level of geotechnical difficulty. Apart from constructional aspects and loads, the foundation soil conditions play an essential role. Contrary to a widely held opinion, the seabed in the EEZ in the North and Baltic Seas is not a homogeneous body of sediment but may be highly heterogeneous on regional and local scales. Unlike steel or concrete structures, the soil properties of the seabed cannot be changed to fit the structure. Therefore, exact knowledge of the geological conditions and geotechnical properties of the seabed are indispensable if a wind farm project is to be successfully implemented.

A geological model of the seabed structure is used as a basis for ground investigation, planning, and construction. Using the results of preliminary geological reconnaissance, it will be possible to delimit areas, plan geotechnical survey measures and, if necessary, identify alternative sites for offshore turbines planned in sea areas with unfavourable soil properties.

The foundation design requires comprehensive knowledge of the foundation soil and its geotechnical properties and parameters at each turbine site. The scope of geotechnical investigations shall be sufficient to ensure that all soil properties that are relevant to the planning process are determined well before installation of the structures. Therefore, a geotechnical site investigation and assessment by qualified engineers is mandatory.

The present standard prescribes a ground investigation programme for the planning and construction of offshore wind turbines which is graded in type and scope to meet the requirements of the individual phases as defined in the standard „Design of Offshore Wind Turbines“ and defines the minimum requirements.

Unless otherwise defined, the term „investigations“ in this standard comprises field investigations, laboratory analyses, and their evaluation by experts taking into account existing construction and monitoring requirements.

Under geotechnical aspects, the temporal sequence of working steps including their evaluation and documentation is as shown in Table 1:

| Phase | Step | Geological reconnaissance | Geotechnical reconnaissance | Report |
|---|---|---|---|---|
| Development | 1 | Desk Study | | |
| | 2 | Geophysical investigations | | Preliminary geological report |
| | 3 | | Preliminary geotechnical investigations | Preliminary geotechnical site survey report, soil and foundation expertise (preliminary) |
| | 4 | Geophysical interpretation taking into account the results of preliminary geotechnical reconnaissance | | Geological report |
| Konstruktion | 5 | | Main geotechnical investigations | Main geotechnical site survey report, soil and foundation expertise |

Table 1: Working steps of geological reconnaissance and geotechnical investigations and reporting. Steps 1 - 4 constitute the development phase, step 5 the design phase according to the standard „Design of Offshore Wind Turbines“ (see Table 2)

The required preliminary soil and foundation expertise essentially constitutes an assessment of the planned foundation design and possible variations based on the investigation results available by then.

The preliminary geotechnical site survey report, the soil and foundation expertise (preliminary), and the geological report are prerequisites to the Design Basis and Draft Design. Reviewed versions of the reports have to be submitted to the BSH for the first approval, in accordance with the requirements of the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.

The results of the geological report have to be integrated into the main geotechnical site survey report. The latter report and the final soil and foundation expertise (step 5) constitute the basis for the development of the Basic Design. The documents have to be submitted to the BSH for the second approval, in

accordance with the requirements of the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.
Additional activities are documented in the following reports and documentation:

| | | |
|---|---|---|
| Foundation work engineering | ⇒ | records and evaluations |
| Foundation work monitoring | ⇒ | result reports and assessments |
| Operational monitoring | ⇒ | result reports and assessments |

Table 2 shows the integration of the individual working steps of the geotechnical site survey and assessment into the time schedule according to the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.

Table 2

| Phase | Activity | Purpose of investigations | Type of investigations | Working steps / documents |
|---|---|---|---|---|
| Development | Finding suitable location;<br>planning incl. preliminary draft layout of the wind farm | • Preliminary reconnaissance of the area.<br>• Site selection and preliminary planning of structures.<br>• The purpose of preliminary reconnaissance is decisionmaking on whether or not the soil properties in a particular area are suitable for the erection of the planned wind farm structures, the determination of general requirements for foundation concepts, design and construction, and required ground investigation measures.<br>• Basis for invitation to tender for foundation planning and construction. | • Survey and evaluation of available data.<br>• Geological preliminary reconnaissance in the complete wind farm area.<br>• Geotechnical preliminary investigations, i.e. random investigations using direct and indirect exploration methods (coarse grid covering the wind farm area) and spot checks of relevant foundation soil characteristics and properties. | • Evaluation of available data.<br>• Preliminary geological reconnaissance;<br>• Preliminary geotechnical investigations (drilling and/or probing and penetration testing, laboratory and/or field investigations).<br><br>Documents to be submitted in connection with the Design Basis and Draft Design:<br><br>• Geological report<br>• Preliminary geotechnical site survey report<br>• soil and foundation expertise (preliminary)<br><br>which have been reviewed by a certifier/registered inspector. |
| Design | Basic Design | • The scope of the ground investigations and the methods to be used depend on the type, size, and importance of wind turbine design, homogeneity of the foundation soil, morphology of the seabed and sediment types encountered.<br>• When investigating the area, possible alterations of site planning must be taken into account.<br>• Soil composition and characteristics must be determined individually at each site. | • Survey and evaluation of available data.<br>• Direct exploration by drilling at the turbine sites.<br>• Indirect exploration by probing and penetration testing at the turbine sites.<br>• Laboratory testing of sediment samples from the sites. | Documents to be submitted in connection with the Basic Design:<br><br>• Main geotechnical site survey report<br>• Soil and foundation expertise<br>• Structural stability and serviceability certificates<br><br>which have been reviewed by a certifier/registered inspector. |
| | Execution planning | • Draft design of the structure.<br>• The investigations to be made depend on the type of foundation. They must be suitable in type and scope for determining all dimensions of the foundation and providing all structural stability and serviceability certificates that are required. | • Additional direct exploration at the foundation sites.<br>• Additional indirect exploration at the foundation sites.<br>• Laboratory testing of sediment samples from the sites.<br>• If necessary, field investigations such as pile driving and loading tests. | Additional reconnaissance and investigations<br><br>Documents to be submitted with the project execution documents:<br><br>• Supplemental expertise<br><br>which has been reviewed by a certifier/registered inspector. |
| Execution | Placement | • Production of the foundation elements.<br>• Checking of foundation soil properties for compliance with the design: monitoring of the production of foundation structures; monitoring of buildup of excess power water pressure in the load-dissipating part of the foundation; monitoring of the foundation structure for settlement and sloping. | • Pile driving log or report, production report in the case of site-mixed concrete piles.<br>• Deformation measurements.<br>• Measurement of excess pore water pressure. | Construction monitoring<br><br>Documents to be submitted with the inspection reports:<br><br>• Result reports and evaluations<br><br>which have been reviewed by a certifier/registered inspector. |
| Operation | Operation, maintenance and monitoring | • Checking of structure behaviour under operational loads.<br>• Means should be provided to counter-act off-design behaviour at an early stage.<br>• Monitoring of sediment dynamics in the area of cable routes inside and outside the wind farm area. | • Deformation measurements at selected structures in the offshore wind farm area.<br>• Periodic monitoring of scouring at each of the foundations. | Monitoring of turbine operatoin (geotechnical monitoring)<br><br>Documents to be submitted with the inspection reports:<br><br>• Result reports and evaluations<br><br>which have been reviewed by a certifier/registered inspector. |

Table 2: Type and minimum scope of ground investigations. The time schedule corresponds to the project phases for implementation of an offshore wind farm project specified in the standard „Design of Offshore Wind Turbines“

## 3 Subject matter of this standard

This standard describes the minimum requirements set by the BSH, the approval authority, for the ground investigations, i.e. for the field and laboratory tests including their geotechnical assessment as part of the Design Basis for the structural components of an offshore wind farm, and for monitoring during the construction and operation phases of wind turbines. In this respect, the present standard refers to the standard „Design of Offshore Wind Turbines“ which is based on the DIN standards within the framework of EC. With regard to soil properties, EC 7 and the national Annexes (DIN 1054 and its standard references) shall be applicable. Any references to technical codes of practice, standards, guidelines etc. refer to their latest updated versions.

The basis of the ground investigations is geological and geotechnical field and laboratory tests. It shall be carried out taking into account the planned foundation concept, with adequate consideration of the difficulties of foundation design, on the one hand, and of soil properties and other conditions, on the other hand. Their scope shall be such that all soil properties that are relevant to planning are determined well before installation of the structures.

The investigation methods used comprise:

- geophysical methods and
- geotechnical methods.

Geophysical methods are indirect methods (sonar, seismics, echosounding, etc). Geotechnical methods comprise field and laboratory tests. The field investigations include direct exploration, mainly to obtain soil samples (drilling), indirect exploration methods (probing and penetration testing), and field investigations such as vane tests, borehole pressiometer tests, and pile-driving tests or pile test loading.

The soil characteristics are generally determined in laboratory tests, exceptionally in field investigations or derived from field investigations. The type and scope of investigations to be carried out in the individual project phases is shown in Table 2.

The concept presented in this standard defines the minimum scope of investigations that is normally required. Specifications are provided in parts B and C.

## 4 Geotechnical engineer

For planning and implementation of the geotechnical survey and for foundation planning and design,

- an adequately qualified geotechnical engineer
- who is able to document his/her experience in construction work of comparable difficulty

has to be commissioned at an early stage.

The geotechnical engineer is responsible for all working steps of the geotechnical site survey including execution planning.

The geotechnical engineer

- shall be commissioned separately by the party commissioning the geotechnical survey, i.e. by the developer or applicant; the party commissioning the survey shall ensure that the geotechnical engineer is authorised to give technical instructions to the companies under contract (e.g. the company in charge of the geotechnical survey);

- plans and monitors the geotechnical survey, evaluates its results and draws conclusions as to the structural design and foundation of the installations, prepares geotechnical profiles including information about soil types and strata elevations (simplified ground models), and describes soil characteristics and their typical ranges;
- provides advice to the developer and, in this capacity, the design engineer in the development of suitable computation models of interactions between structures and the ground, taking into account the particular soil properties;
- provides advice to the developer and to the design engineer regarding monitoring in the construction phase, periodical inspections and, with regard to the observation method according to DIN 1054, the required geotechnical observation programme, its evaluation, and the preparation of measures to be taken;
- prepares the geotechnical site survey reports and soil and foundation expertise according to this BSH standard;
- performs geotechnical or geohydraulic computations on behalf of the design engineer as required and prepares part or all of the geotechnical safety certificate computations in co-operation with the design engineer. Overall responsibility for the design draft rests with the design engineer unless otherwise specified in individual cases;
- ensures, in co-ordination with the geoscientist in charge of geological reconnaissance, that the results of the geological and geotechnical surveys according to Table 1 and the quality requirements for geological reconnaissance (part B, chapters 2, 3, and 7.2) are compiled and evaluated;
- is responsible to the certifier/registered inspector with regard to the inspection of the geotechnical survey as defined in the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.

Documentation of the surveillance of the geotechnical survey by the geotechnical engineer or by a suitable representative shall be submitted to the BSH.

## 5 Review of documents

According to the standard „Design of Offshore Wind Turbines“, the reports and expertise referred to in chapter 2 are subject to certification/review throughout the project duration and, following their certification/review, they have to be submitted to the BSH at the dates specified in Table 2. The soil and foundation expertise constitutes an integral part of the design basis.

## 6 Deviations from the standard

The geotechnical engineer, on behalf of the applicant or developer, may submit an application to the approval authority in the course of any project phase requesting an exemption from the requirements, and indicating the reasons for such exemption, if it has become apparent that parts of the reconnaissance programme are inadequate or dispensable or cannot be implemented as planned, or only with disproportionate effort and expense, due to to site specific or other plausible reasons. A pertinent draft may be presented in the course of the periodically scheduled project meetings with the BSH, at which the geotechnical engineer and the certifier/registered inspector shall be present. The approval authority reserves the right to approve or, if necessary, modify the reconnaissance programme described in the application either in general or in the individual case.

## 7 Updates

The present Standard represents state-of-the-art knowledge in soil surveying for the construction of offshore wind farms. It is a dynamic publication. New knowledge and findings anticipated in the near future will be taken into account and included in updates to the Standard as required

# Part B: Minimum requirements for geological reconnaissance

## 1 General

Geological reconnaissance is a prerequisite for the identification of soil types (sediment types), description of their properties and assessment of their suitability for construction measures. It makes use of state-of-the-art, high-performance hydroacoustic methods whose results then have to be verified using direct methods (drilling). Because of poor accessibility of the seabed, hydroacoustic techniques have become very useful tools in providing a general overview of soil conditions in selected areas, allowing conclusions as to the sediment distribution and tectonic elements which make it possible, for example, to identify areas with problematic soil conditions.

Properly applied geological reconnaissance helps to determine suitable geotechnical reconnaissance methods and to optimise the number and location of exploration sites. With homogeneous bedding conditions, an envisaged reduction of the scope of investigation in the main geotechnical reconnaissance requires, inter alia, a properly conducted geological survey with convincing data, including the preparation of the geological report, as a plausible justification for a deviation from this standard.

As standards and regulations for geological reconnaissance in the marine environment do not yet exist, the present standard specifies requirements which ensure state-of-the-art geoscientific surveying and, by compiling all data and information available, will contribute to the successful implementation of offshore wind farm projects.

The geological investigations comprise two steps:

1. Geological reconnaissance to assess the general suitability of an area, which allows a detailed geological interpretation of a planned wind farm area on the basis of a sufficient number of survey transects. Conditions at all planned locations of offshore wind farm components shall be investigated in order to identify unfavourable local soil conditions and, if necessary, change or optimise individual locations.

2. Monitoring following the erection of installations in order to detect any scouring and check whether the burial depth of power cables meets the requirements. For this particular purpose, geophysical methods, e.g. high-performance state-of-the-art sonar, should be used for an adequate assessment of the local impact which the installations have on the seabed. The results shall be compiled in an inspection report which has to be submitted to the approval authority at specified intervals (cf. Tables, 3, 4 and 7).

## 2 Quality assurance

- Persons in charge of these tasks must be adequately qualified and able to prove that they have sufficient experience. Their names shall be listed in the geological report.
- The data and their evaluation must be correct and verifiable.
- Measurement records shall be kept including, inter alia, ambient conditions during the measurements (e.g. wind and wave conditions, stratification of the water body, algal blooms), name of ship, measuring instruments, configuration of measurements, and names of persons in charge.
- The accuracy of positions and depths shall conform to the requirements of the International Hydrographic Organization, IHO Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication No. 44, Order 1a and 1b Surveys. Details are provided in Tables 3, 4 and 7.

- The measuring conditions shall ensure full compliance with the quality requirements. Past experience has shown that no adequate data quality is obtained in sea states ≥ 5.
- A minimum resolution of 1 m is required for geophysical survey methods used to investigate the upper sediment layers.
- The geological structure of the seabed in the planning area shall be investigated down to the foundation depth using suitable geophysical methods. In areas with a gas or basin effect, where seismic methods may fail, soil conditions shall be explored using geotechnical exploration methods (boreholes and probing and penetration testing).
- The results or interpretation of the geophysical investigations shall be confirmed by a sufficient number of boreholes drilled during preliminary geotechnical reconnaissance. Seismic units shall be correlated with the lithological soil profiles.
- The first evaluation to be submitted is the preliminary geological report (step 1, Table 1). To prepare the geological report (step 4, Table 1), the interpretation of the geophysical investigations has to be reviewed and evaluated taking into account the results of the preliminary geotechnical reconnaissance (step 3, Table 1).
- The raw data shall be stored in digital form.
- The chart material (location of transects and boreholes, survey tracks etc) shall be provided in digital form, GIS or CAD format, preferably shape format.
- Long-term archiving of the data has to be ensured by the applicant.

## 3 Time schedule

1. A comprehensive literature search has to be made for a complete compilation of relevant information on water depths, geological and hydrographic conditions, existing cables and pipelines, other structures, fisheries in the area, shipping traffic, leisure activities, existing nature reserves and prohibited areas in the area of the planned offshore wind turbines and in their vicinity.

2. Bathymetric and geophysical surveys (echosounding, side scan sonar and seismic surveys) have to be performed in the planning area taking into account the planned locations.

3. The first interpretation of geophysical survey results shall be provided in a preliminary geological report (step 1, Table 1).

4. The seismic survey data have to be calibrated by means of borehole data obtained during preliminary geotechnical investigations; borehole locations should be co-ordinated with the geological reconnaissance activities. The interpretation of seismic results has to be checked against the drilling data from preliminary geotechnical investigations and, if required, has to be revised in case of significant deviations.

5. The geological report shall be submitted to the approval authority after all investigations have been completed, enclosed with the building application.

6. The results of any additional geophysical investigations made in consequence of the calibration of seismic survey data shall be included in the main geotechnical site survey report (step 5, Table 1).

7. The results of the geological reconnaissance during the monitoring phase shall be submitted as a monitoring report.

# 4 Objectives

## 4.1 Geological reconnaissance

The purpose of geological reconnaissance is a survey of lithological and tectonic structures in the planning area and its general bedding conditions as well as a geological evaluation of the foundation soil. The geophysical profiles shall cover the locations of the individual wind turbines and of other wind farm components. Besides geological units, also obstructions such as uncharted wrecks, war ammunition, and submarine cables have to be documented.

In case findings during the development and design phase deviate from the data compiled during geological reconnaissance and preliminary geotechnical investigations, necessitating a change of turbine positions, the suitability of such new positions has to be checked by additional geophysical surveys and geotechnical investigations.

## 4.2 Monitoring

After installation of the structures, the seabed in the area of the structures shall be checked for scouring, and the cable routes for compliance with the minimum burial depth requirements or any free spanning. Besides, the condition of precautionary measures such as scour protection and rockfills shall be monitored.

The monitoring measures have to be carried out in conformity with the requirements for periodical inspections specified in the standard „Design of Offshore Wind Turbines“.

In the first two years following installation of the offshore structures, monitoring normally has to be performed once a year, in spring (immediately after the stormy season). The results shall be compiled in a monitoring report submitted to the approval authority by the end of the calendar year, within the framework of the periodical inspections.

# 5 Technical instructions

In Tables 3 to 7 (3, 4, 5, 6, 7) below, the targets, scope, time schedule, methods, and presentation of results, with all required technical details, are specified for each individual method, providing a synoptic view of the requirements to be met by the geophysical investigations during preliminary reconnaissance and monitoring.

| | Geological reconnaissance | Monitoring |
|---|---|---|
| Targets | • Survey of bathymetric conditions | • Recording of local depth changes (scouring) |
| Scope | • Each turbine site to be covered at least once | • Along offshore wind farm components (longitudinal lines on both sides)<br>• At least 200 m to either side |
| Time schedule | • Once | • In the first years after completion, once a year in spring |
| Method | • Single-beam echosounder if the sea floor is relatively level, or multi-beam system if it is rough<br>• Positioning better than 5 m + 5 % of the water depth, and<br>• Accuracy for reduced depths acc. to IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order 1b Surveys | • Multi-beam echosounder<br>• Positioning better than 5 m + 5 % of water depth, and<br>• Accuracy for reduced depths acc. to IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order 1a Surveys |
| Presentation of results | • Bathymetric map of surveyed areas<br>• Reported water depths must be sound velocity corrected and related to chart datum (tidal correction)<br>• The data must also be provided in digital form | • Bathymetric map of surveyed areas<br>• Reported water depths must be sound velocity corrected and related to chart datum (tidal correction)<br>• The data must also be provided in digital form |

Table 3: Requirements for echosounder surveys (single-beam and multibeam echosounding)

| | Geological reconnaissance | Monitoring |
|---|---|---|
| Targets | • Survey of sediment types and structures<br>• Verification or calibration of interpretation by means of grab samples (ground truthing) | • Recording of erosion areas, scouring, and obstructions<br>• Verification and/or calibration of interpretation by means of grab samples (ground truthing) |
| Scope | • Each wind farm component shall be surveyed at least once<br>• Complete coverage of the area if the sea floor is heterogeneous | • At least 200 m to either side |
| Time schedule | • Once | • In the first years after completiononce a year in spring |
| Method | • Frequency 100 kHz or higher<br>• Coverage max. 2 x 100 m<br>• Recognition of cubic features >1m*<br>• Digital recording<br>• Cruise speed max. 4 knots<br>• Equipment positioning better than 10 m | • Frequency 100 kHz or higher<br>• Coverage max. 2 x 75 m<br>• Recognition of cubic features >1m*<br>• Digital recording<br>• Cruise speed max. 4 knots<br>• Equipment positioning better than 10 m |
| Presentation of results | • Digital SSS mosaic of profiles (horizontal resolution 0.5m)<br>• Map with interpretation of the side scan sonar profiles<br>• Data have to be additionally provided in analogue form | • Digital SSS mosaic of profiles (horizontal resolution 0.5m)<br>• Map with interpretation of the side scan sonar profiles |

* based on IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order Special Surveys

Table 4: Requirements for side scan sonar (SSS) surveys

| | Geological reconnaissance |
|---|---|
| Targets | • Determination of type and location of geological units |
| Scope | • Each offshore wind farm component shall be covered at least by one longitudinal and one cross section<br>• Max. spacing of cross sections 2000 m<br>• *Recommended*. longitudinal sections with 10 m spacing along total foundation breadth and 1 cross section |
| Time schedule | • Once |
| Method | • Boomer or alternative systems of comparable or better performance and sufficient signal penetration. Near-surface resolution min. 1 m<br>• Possibly supplemented by subbottom profiler or chirp sonar in surface sediment layer (e.g. along planned cable routes), vertical resolution min. 0.5 m<br>• Cruise speed. max. 4 kn<br>• Deployment up to sea state max. 4 |
| Presentation of results | • Profiles and profile interpretation (i.e. geological longitudinal and cross sections)<br>• Map showing spatial position of boundaries between geological units and structural elements (e.g. isolines map) |

Table 5: Requirements for seismic surveys

It is recommended to investigate the drilling site by means of a magnetometer or active metal detection system before using a corer.

| | Geological reconnaissance |
|---|---|
| **Targets** | • General investigation of the area for wrecks, active and inactive cables, ammunition, and other metal parts |
| **Scope** | • As required, based on the results of the desk study<br>• Always in areas with ammunition |
| **Time schedule** | • As required |
| **Method** | • Magnetometer<br>• Active metal detection system |
| Presentation of results | • Map showing investigation results |

Table 6: Requirements for magnetometers and active metal detection systems (recommended)

## 6 Cable routes

Different requirements apply to the routes for infield cables and power export cables regarding their horizontal cover and penetration depth in the investigation area. With regard to the required cable burial depth, seabed hardness or trenchability is of particular interest. The state-of-the-art cable burying method is ploughing or water jet trenching; if ploughing or trenching is not feasible, the cables must be covered, e.g., by rockfills. Therefore, in the monitoring phase, the pipeline's burial depth and condition of cover has to be checked using suitable methods. Technical details of the requirements are listed in Table 7.

| | Route survey | Monitoring |
|---|---|---|
| Targets | • Bathymetric and morphological investigation of the planned cable route<br>• Mapping of wrecks, other obstructions, and ammunition<br>• Investigation of sediment composition, geological stratification, and geotechnical properties of the upper sediment layer<br>• Exact mapping of existing cables and pipelines<br>• Determination of cable route and length | • Detection of possible free spanning of cable<br>• Checking of rockfills or comparable cable safety features<br>• Measurement of cable burial depth |
| Scope | • Complete coverage of 200 m wide corridor of planned cable route using side scan sonar and multi-beam echo-sounder<br>• Investigation of the planned cable route using geological, geophysical, and geotechnical methods | • Monitoring of complete cable routes in the first years<br>• After a sufficient database is available, modified monitoring intervals may be applied for within the framework of the periodical inspections |
| Time schedule | • Once | • In the first years following completion, once a year in spring |
| Methods | • Multi-beam; positioning better than 5m+5% of water depth and accuracy for reduced depths acc. to IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order 1a Surveys<br>• Side scan sonar; frequency 100 kHz or higher; measuring range max. 2 x 100 m; recognition of cubic features >1 m*; digital recording; cruise speed max. 4 kn; sonar positioning better than 10 m<br>• Sub-bottom profiler, chirp sonar or alternative systems of comparable or better performance<br>• Vibrocorer or CPT down to the planned cable burial depth, spacing to be determined on the basis of seismic data<br>• Magnetometer or active metal detection system | • Cable tracking system or suitable other method for cables buried in sediment<br>• Multi-beam; positioning better than 5m+5% of water depth and accuracy for reduced depths acc. to IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order 1a Surveys<br>• Side scan sonar if necessary; frequency 100 kHz or higher; measuring range max. 2 x 100m; recognition of cubic features >1m*; digital recording; cruise speed max. 4 kn; sonar positioning better than 10m |
| Presentation of results | • Map (horizontal scale 1.5000, vertical scale 1.200) showing all survey results | • Map (horizontal scale 1.5000, vertical scale 1.200 showing all survey results |

* based on IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, Order Special Surveys

Table 7: Requirements for geological survey of cable routes

# 7 Geological report

## 7.1 Purpose

In the Geological Report, the results of the geophysical surveys and drilling data have to be compiled and assessed. The Report is the basis for further planning and contains a geological description of the seabed soils on which the structures are to be erected. It shall include engineering details and, in conjunction with the geotechnical reports (Section A, Chapter 2), provide a reliable information and data basis for the verification of planned locations and for the selection of suitable foundation designs.

## 7.2 Contents

The Geological Report shall contain at least the following information:

- Brief project description;
- purpose of the investigations;
- office and persons in charge;
- periods of shipboard and laboratory work;
- description of all measuring systems and equipment used;
- relevant information from the measuring records, e.g. ambient conditions, sound profiles in water;
- data processing;
- results of literature study;
- data evaluation (e.g. sound velocities in sediment);
- comparison of acoustic description of the sediment units with lithological description from the stratification record (e.g. in a table);
- location of sections and boreholes, drilling log acc. to DIN 4023, grain size analyses and any other geotechnical parameters determined acc. to DIN (in an annex as appropriate);
- presentation of results in the form of geological longitudinal and cross sections of suitable scale;
- evaluation of results;
- summary, and
- CD with digital maps in CAD or GIS format, preferably Shape format.

## 7.3 Requirements

| | |
|---|---|
| Reference system: | ETRS89 (WGS 84) |
| Projection: | Gauss-Krüger (3° grid), UTM or transverse cylinder projection |
| Depth data: | Related to chart datum (LAT) |

# Part C: Minimum requirements for geotechnical site investigation as a basis for planning/designing offshore wind turbines

## 1 General

The construction of offshore wind turbines involves a high degree of difficulty. In DIN 1054 and DIN 4020, their foundations are classified under geotechnical category 3 (earth and foundation structures and geotechnical measures involving a high geotechnical risk; difficult design and/or difficult soil conditions, and unusual loading cases). Engineering expertise is indispensable in the design of offshore wind turbine foundations, which shall include safety certificates attesting their stability and serviceability based on site-specific soil investigations and assessments, and involvement of a geotechnical engineer who has special knowledge and experience in this particular field (see Section A, chapter 4).

The purpose of the geotechnical site investigations is the preparation of adequately researched geotechnical and foundation engineering reports.

As to the basic requirements for the geotechnical site investigations, refererence to DIN 4020 is made in DIN 1054. Additional information on and requirements for geotechnical site investigations are provided in relevant guidelines for offshore structures. The planning, implementation, documentation and evaluation of field and laboratory tests thus are subject in principle to the relevant DIN standards, supplemented by the provisions of this Standard. In view of the special situation of offshore wind turbines, deviations from the above standards are permissible in cases where the referenced codes of practice do not contain suitable regulations for particular situations or are not applicable in the individual case. Any deviations shall be clearly marked, and a justification shall be provided by the geotechnical engineer in charge.

The minimum requirements for geotechnical field and laboratory tests as part of the planning design are specified in the following.

## 2 Requirements for field investigations

### 2.1 Planning of field investigations

The geotechnical engineer, in co-operation with the design engineer, selects suitable exploration methods on the basis of the preliminary geological report and determines the number and arrangement of exploration sites and the exploration depth in each case.

In the course of the geotechnical site investigations, the geotechnical engineer has to decide whether additional investigations or different methods are required, which are then applied according to his/her instructions. This is particularly likely in case of inhomogeneous or otherwise unfavourable soil conditions.

The geotechnical engineer may commission adequately qualified personnel to assist him/her in monitoring the field investigations.

## 2.2 Exploration methods

Direct and indirect exploration methods will be distinguished in the following.

### 2.2.1 Drilling

DIN EN ISO 22475-1 lists suitable onshore drilling methods, which can also be used offshore if jack-up rigs are used as working platform. The maximum working depth of currently available jack-up rigs is 30 to 35 metres. Besides water depth, also the penetration depth of jack-up rig legs, the distance from the coast, and significant wave height shall be taken into account.

Drillships are available for operation in deeper water. The usual drilling methods using drillships are described, e.g., in McClelland and Reifel [1986].

### 2.2.2 Probing and penetration testing

Cone penetration tests (CPT) measure the cone tip resistance and and local sleeve friction. Special tests (CPTu) additionally measure pore water pressure. A survey of other available cone penetration tests (e.g. vane shear, pressuremeter, seismic, temperature probes) is provided by Balthes et al. [2005]

CPT testing is either continuous from the seabed (ballast block, wheel drive) or discontinous from the borehole bottom. Depending on the type of power transmission, a distinction is made between top-drive and wheel-drive methods.

DIN 4094-1 contains regulations for the performance of cone penetration tests and their evaluation.

In the borehole dynamic penetration test (BDP), formerly called standard penetration test (SPT), a sampler is driven into a borehole. Performed according to ASTM D 1586-99, the test is used to obtain samples from cohesive and cohesionless soils by driving a sampler into the soil by means of a hydraulic ram and measuring the number of blows required. In to DIN 4094-2, the sampler head is replaced by a conical tip, and soil samples cannot be taken.

### 2.2.3 Soil sampling

The geotechnical engineer determines the frequency of sampling in dependence on the foundation soil strata (according to DIN 4020, possibly based on, e.g., Fugro-McClelland Ltd. [1993], McClelland and Reifel [1986], API RP 2a-WSD, Offshore Standard DNV-OS-J101, Classification Notes No. 30.4 of DNV).

When drilling in cohesive soils, a suitable method shall be chosen which ensures that soil samples of at least GK2 quality are obtained, according to DIN EN ISO 22475-1. The samples must be undisturbed at least in their composition, water content, density, and permeability. If this cannot be achieved using available GK 2 drilling methods, there is a possibility of taking special samples from the borehole bottom in accordance with DIN EN ISO 22475-1. In cohesionless soils, soil samples of at least GK 4 quality must be obtained which are undisturbed at least in their composition. Soil samples of GK 3 or 2 are desirable but normally this is only possible when there are special soil properties.

Sampling has to be planned and carried out with a view to the planned laboratory tests and laboratory apparatus to be used, on the one hand, and the composition and homogeneity of the foundation soil, on the other hand.

A sample diameter of 100 mm is recommended for soil mechanical laboratory tests of homogeneous cohesive and fine-grained cohesionless soils up to maximally sand grain size.

Normally used sample diameters are:

a) using jack-up rigs and common onshore drilling methods:
   - with continuous core sampling according to DIN EN ISO 22475-1:D = 100 mm
   - with special samples from boreholes according to DIN EN ISO 22475-1:D = 114 mm

b) using drillships to take push or percussion core samples from the borehole bottom: $D$ = 67 mm

Additional requirements are specified in DIN EN ISO 22475.1.

To obtain special samples, it is common practice in offshore operations to use samplers deployed at the bottom of the borehole, which are either driven into the soil by percussion (hammer sample) or pressed into the soil applying even pressure (push sample). As a matter of principle, it shall be ensured that the sampling tools are in perfect operating condition, avoiding in particular use of blunt or deformed cutting edges. Experience has shown that hammer samples generally are more significantly disturbed than push samples. Special equipment is available for taking samples from the seabed and borehole bottom (seafloor jack, seabed frame, packer) which provide sufficient stability and reactivity to obtain high-quality samples (Balthes and Weihrauch [2004]).

It has been found that thin wall tube samplers (wall thickness 2 mm) are the most suitable tool for taking soil samples both from normally consolidated cohesive and cohesionless soils. Conventional Shelby tubes or thin-wall samplers (e.g. WIP sampler, piston sampler) are preferably used for this purpose. Samples taken with this method are push samples.

Overconsolidated cohesive soils or compact and/or cemented cohesionless soils can be sampled using special thick-walled samplers (wall thickness 4.5 mm) and optionally a core catcher; either push or hammer samples can be taken with this method.

The geotechnical engineer shall decide on whether the samples are packaged immediately for laboratory analysis or whether preliminary material testing is to be carried out on board.

## 2.3 Investigation steps

### 2.3.1 Preliminary geotechnical investigations

In the course of preliminary investigations (step 3, Table 1, Section A), one borehole shall be drilled and one cone penetration test made at each corner of the wind farm area and in its centre, but at least at 10 % of all turbine sites, unless different points appear more suitable for testing on the basis of the results of geophysical reconnaissance or in view of the special geometry of the wind farm area.

One boring and one cone penetration test shall be made at each turbine site in order to be able to calibrate the results of cone penetration testing with respect to soil types and strengths on the basis of the drilling and laboratory test results. Cone penetration testing should be carried out first if possible.

The exploration depth of borings and cone penetration tests shall be sufficient to allow possible foundation types to be assessed within the framework of preliminary design planning. Therefore, the exploration depth has to be determined by the geotechnical engineer, in co-ordination with the design engineer. If the planned cone penetration sampling depth cannot be reached for technical reasons, the geotechnical engineer shall decide in the individual case whether investigation or evaluation methods should be changed, or whether predrilling should be carried out in order to be able to continue cone penetration testing.

### 2.3.2 Main geotechnical investigations

In the course of main geotechnical investigations (step 5, Table 1, Section A), at least one ground exploration has to be carried out at each turbine site. This may be sufficient with homogeneous soil conditions. However, when soil conditions are inhomogeneous or otherwise unfavourable, or in case of tripod, jacket or gravity foundations, a larger number of ground explorations is normally required for execution planning. The geotechnical engineer shall decide in this case. The exploration method to be used (drilling, cone penetration or a combination of both) shall be determined by the geotechnical engineer taking into account the expected soil strata, the results of preliminary investigation, and the planned type of foundation.

The exploration depth, as a minimum, shall meet the requirements of design planning and thus has to be determined by the geotechnical engineer, in co-ordination with the design engineer (see chapter 2.3.1).

### 2.3.3 Additional investigations

While developing the foundation design or as a result of the geotechnical assessment of the foundation design or during the bidding process, especially in case of special proposals, it may be found that additional explorations or field investigations, such as drive tests or trial loading are necessary. Such additional investigations are subject to the same requirements as the site survey.

The results of geotechnical investigations shall be compared to the results of geophysical reconnaissance, and the geophysical measurement data have to be re-interpreted on the basis of the geotechnical investigations.

# 3 Requirements for laboratory tests

## 3.1 Shipboard testing

It may be appropriate to carry out some limited testing on board the vessel or jack-up rig in order to obtain data for planning further field investigations, which can then be carried out without loss of time.

## 3.2 Land-based testing

Tables 8 and 9 contain a compilation of laboratory tests for cohesive and cohesionless soils which are suitable for describing the soil status and determining soil mechanical parameters. The responsible geotechnical engineer shall decide on tests to be carried out in the individual case, the way in which the tests have to be conducted, the sample quality required, and soil mechanical properties to be determined. Depending on the type of foundation to be constructed, additional laboratory tests may be useful.

Waves, currents and wind induce changes of soil stress, either through direct action or indirectly via load transference through the structure, which may influence the load bearing capacity of the ground und thus may have a considerable impact on the foundation. Such changes of stress normally are cyclic because, contrary to dynamic loads acting on the structure, inertia forces due to damping and phase shifts in the soil are negligible.

| Type of test | Standard | Quality class (GK) of sample (DIN EN ISO 22475-1) | Soil mechanical parameter |
|---|---|---|---|
| **Classification and status description** | | | |
| Grain size distribution | DIN 18123 | Minimum GK 4 | Degree of nonuniformity, coefficient of gradation (DIN 18196, 1988) |
| Compactness | DIN 18126 | Minimum GK 2 | Loosest and densest state |
| Density | DIN 18125-1 | Minimum GK 4, for the determination of porosity minimum GK 2 | Density, buoyant density |
| Calcium content | DIN 18129 | Minimum GK 4 (5) | Calcium content |
| Deformation behaviour | | | |
| Compression test (oedometer test) | DIN 18135 | GK 4, but mounted sample with initial in-situ density | Stiffness modulus, coefficient of consolidation, coefficient of secondary compression, derived. coefficient of water permeability |
| Drained and undrained triaxial tests | DIN 18137-2 | GK1, but also treated samples | Shear stress-strain curves, volume change and axial deformation |
| Shear strength | | | |
| Direct shear test | DIN 18137-3 | GK 1, but also treated samples | Friction angle φ' (c' = 0) |
| Drained and undrained triaxial tests | DIN 18137-2 | GK 1, but also treated samples | Friction angle φ' (c' = 0) |

Table 8: Suitable laboratory tests for the evaluation of cohesionless soils

Therefore, cyclic loading shall be adequately taken into account in the foundation design (see, e.g., DIN 1054). Cyclic loading tests and their evaluation as part of foundation design are not yet state of the art, and standards do not yet exist.

To examine the influence of cyclic tension changes in the soil, cyclic triaxial tests, cyclic direct shear tests or cyclic compression tests are suitable in principle depending on a system's boundary conditions. All soil layers contributing essentially to load transference have to be taken into account. The number of tests to be performed and the boundary conditions shall be determined by the geotechnical engineer in close co-ordination with the design engineer, taking into account the planned foundation design. An additional expert with ample experience in this field who has the required laboratory equipment may be involved if this is considered necessary.

| Type of test | Standard | Quality class (GK) of sample (DIN EN ISO 22475-1) | Soil mechanical parameter |
|---|---|---|---|
| **Classification and status description** | | | |
| Grain size distribution | DIN 18123 | Minimum GK 4 | Degree of nonuniformity, coefficient of gradation |
| Water content | DIN 18121-1<br>DIN 18121-2 | Minimum GK 3 | Water content of soil |
| Water permeability | DIN 18130-1 | Minimum GK 2, GK 4, if sample has been adjusted to the required density using Proctor compacting equipment | Coefficient of permeability |
| Density | DIN 18125-1 | Minimum GK 4, for the determination of porosity minimum GK 2 | Density, buoyant density |
| Consistency limits | DIN 18122-1<br>DIN 18122-22 | Minimum GK 4 | Liquid limit, plastic limit, shrinkage limit, plasticity index, consistency index |
| Deformation behaviour | | | |
| Compression test (oedometer test) | DIN 18135 (draft standard) | GK 1 | Stiffness modulus, prestressing of soil, coefficients of consolidation, secondary compression, water permeability |
| Undrained triaxial tests | DIN 18137-2 | GK 1, but also treated samples | Shear stress-strain curves, volume change and axial deformation |
| Shear strength | | | |
| Laboratory vane test | Laboratory tests not standardised | GK 1 if possible, but also disturbed samples are suitable | Undrained shear strength $c_u$ |
| Direct shear test | DIN 18137-3 | GK 1, but also treated samples | Effective friction angle φ', effective cohesion c' |
| Undrained triaxial tests | DIN 18137-2 | GK 1, but also treated samples | Shear parameters depending on type of test:<br>UU test : $c_u$ ,$\varphi_u$<br>CU test: c', φ'<br>CCV test: c', φ' |

Table 9: Laboratory tests to evaluate cohesive soils

Based on the results of the laboratory tests, a prognosis is derived on potential changes in the deformation behaviour and shear strength of soil as a result of cyclic loading, taking into account the foundation type chosen.

In this connection, also the liquefaction potential of in-situ soils may have to be analysed using suitable methods and taking into account the type of structure and load conditions if this is considered necessary by the geotechnical engineer in co-ordination with the design engineer. A reliable and standardised concept for a determination of the liquefaction potential is not yet available currently.

# 4 Geotechnical site survey reports

## 4.1 Contents of the geotechnical site survey reports

The geotechnical site survey reports, i.e. the preliminary site survey report and the main site survey report, shall include a precise definition of the goal of the survey and a compilation of available project documents, as well as:

- general information about the construction task
- data on geological conditions
- data and boundary conditions for field and laboratory tests
- boring and penetration test results
- soil profiles including types of soil and subsurface elevation of strata
- results of laboratory tests and any model simulations carried out
- clearly structured compilation of test results
- compilation of characteristic soil mechanical parameters of the main soil types complete with parameter ranges
- synoptic description of the foundation soil
- assessment of the foundation soil

## 4.2 Presentation of the results of field and laboratory tests

### 4.2.1 Field investigations

The exact location of explorations and field investigations performed shall be entered in an accurate scale map which should also show the contours of planned structures. Also reference dimensions in relation to fixed points or reference lines shall be included. The implementation dates of the field investigations and any special observations made during drilling surveillance shall be noted.

The exploration and probing and penetration testing methods used have to be explained in the geotechnical site survey reports submitted. If standardised methods have been used, reference to the standard is sufficient. In case of deviations from standard, reasons have to be provided, and the method has to be described.

The geotechnical site survey reports shall include, as a matter of principle, the field reports of the borings carried out according to DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1, and DIN EN ISO 22475-1. If this is not possible in exceptional cases, a note shall be included stating that the reports can be inspected and where they can be inspected. The latter applies also to the soil samples taken.

If core samples have been taken, colour photos of the drilling cores shall be enclosed. Such colour photos do not replace an analysis and evaluation of the soil samples by an expert at the laboratory.

The data from probing and penetration testing shall be documented taking into account DIN 4094-1, DIN 4094-2, and DIN 4094-5. It is recommended to plot the data from probing and penetration testing against the drilling logs at the same location using a common reference system for height data (i.e. chart datum).

#### 4.2.2 Laboratory tests

The results of laboratory tests shall be fully documented and described for each typical soil property (e.g. grading curves, compression test results, shear test results), so that any interested reader will be able to interpret the results. The test set-up has to be described in each case. If standardised tests have been used, reference to the standard will be sufficient.

The results of compression tests shall be provided in the form of pressure settlement curves and time settlement curves, with indication of load stages and consolidation times. Documentation of the results shall also include data on equipment dimensions and the way of mounting the soil samples in the equipment.
The results of soil strength tests shall be shown in conformity with applicable standards.

The results of the laboratory tests shall be provided in the form of tables, sorted by borings, sampling depths, and sample numbers.

### 4.3 Compilation of all investigation results (geotechnical site description)

The results of the field and laboratory tests shall be compiled in a geotechnical site description forming part of the geotechnical site survey reports.

Grading curves shall be combined to gradation bands of the main soil types where applicable. The ranges and mean characteristic values of the soil mechanical parameters of the main soil types shall be indicated for each exploration point. These data, if reasonable, should be compiled to establish typical foundation soil profiles for individual areas. If necessary, information should be provided regarding use of the characteristic soil mechanical parameters in the planned foundation design.

### 4.4 General geotechnical site assessment

The general geotechnical site assessment shall include an evaluation of the soil and subsoil properties at the project site with respect to its suitability for the construction of offshore wind turbine foundations, both with regard to load carrying properties and to the feasibility of different foundation concepts.

## 5 Soil and foundation expertise

### 5.1 Contents of soil and foundation expertise

The soil and foundation expertise shall at least include:

- geological/geotechnical site description;
- main technical data of the structures, which are criteria for the foundation;
- the geotechnical site assessment for the particular construction project;
- specification of design profiles;
- determination of the soil characteristics and, if necessary, of the computation methods or computation model;
- if applicable, information about obstructions to driving and suitable methods for piling and mudmat installation;
- description of possible foundation designs including their geotechnical evaluation;
- proposed foundation design including the results of relevant static computations and/or settlement computations;
- if applicable, information about earthquake hazards;
- details concerning execution of construction.

### 5.2 Information provided in the soil and foundation expertise

The results compiled in the geotechnical site survey report provide the basis for the soil and foundation expertise to be prepared by the geotechnical engineer.

The soil and foundation expertise shall contain a synoptic description of the geological structure, the properties of on-site soil strata identified, and of the physical soil characteristics, and an evaluation of the ground under static/engineering aspects as well as civil engineering aspects. An indispensable part of the expertise is information about grain size distribution, the compactness of cohesionless soils, condition of cohesive soils, and evaluation of the shear parameters and coefficients of stiffness in the geotechnical site survey report with regard to the requirements to be met. A soil profile has to be prepared for each location.

The ground and foundation expertise specifies the characteristic soil parameters that are relevant to the static analysis, at least the densities, stiffness moduli, and shear parameters. If required, the geotechnical engineer may first discuss and agree these values with the developer, the design engineer, the responsible construction supervising authority or review body, possibly also with the construction company taking into account tasks and requirements.

The ground and foundation expertise shall include a classification of soils by soil groups according to DIN 18196 and soil classes according to DIN 18311.

In earthquake-prone areas, the geotechnical engineer shall also determine the applicable strong motion data, possibly in co-operation with an expert in this specialty field.

The geotechnical engineer shall prepare a recommendation for the foundation design. Also an evaluation of soil properties with respect to piling and the installation of mudmats shall be part of the ground and foundation expertise. If the scope of investigations performed does not allow such an evaluation to be made, this should be pointed out in a note, and additional investigations should be proposed and performed at a later date.

Finally, the ground and foundation expertise shall also assess the risk of encountering obstructions to driving. In this context, not only the results of borings and penetration tests should be taken into account but particularly the results of the geological-geophysical study.

## 6 Monitoring in the construction phase

The geotechnical elements of the construction work shall be monitored and checked in compliance with applicable regulations, and the results shall be recorded and evaluated in final reports to be prepared by the geotechnical engineer (acceptance).

## 7 Monitoring in the operation phase

If particular elements of the structural stability and serviceability certificates are not based on previously performed computations or testing of component parts or experience in general or in a particular case, proof of which can be provided, suitable monitoring instruments shall be provided and put into operation (observation method according to DIN 1054).

The instrument monitoring concept in such cases is part of the structural stability documentation and constitutes a mandatory element of inspection during the operation phase. The measuring results have

to be evaluated at regular intervals, also by the geotechnical engineer, in order to check whether the operation of the installation is as designed. The type and scope of the investigations and length of the intervals as well as tolerances are determined by the geotechnical engineer in co-ordination with the developer, the design engineer, the responsible supervising authority or review body, and possibly with the construction company, taking into account the tasks to be performed and the requirements. The measurement results and their evaluation by the geotechnical engineer have to be submitted periodically to the approval authority as agreed.

Reference is also made to the requirements in the standard„Design of Offshore Wind Turbines“

## Annex 1: References

BALTHES, R. und S. WEIHRAUCH, 2004: Geotechnische Felduntersuchungen für Offshore-Windenergieanlagen – ein Erfahrungsbericht. Vorträge der Baugrundtagung 2004, Leipzig. S. 157-164.

BALTHES, R., THIELE, R. und G. V. D. ZWAAG, 2005: Geotechnische Erkundungen im Nearshore- und Offshore-Bereich zur Ermittlung von Bodenkennwerten für die Bemessung von Pfahlgründungen. Pfahl-Symposium 2005, 24.-25.02.2005, TU Braunschweig.

Fugro-McClelland Ltd., 1993: UK Offshore Site Investigation and Foundation Practices, FML Report No. 92/2549-1(03). In: Health and Safety Executive, Offshore Technology Report – OTO 93024, Sheffield.

MCCLELLAND, B. and M. D. REIFEL, 1986: Planning and Design of Fixed Offshore Platforms. Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York.

WIEMANN, J., LESNY, K. und W. RICHWIEN, 2002: Gründung von Offshore-Windenergieanlagen – Gründungskonzepte und geotechnische Grundlagen. *Mitteilungen aus dem Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik*, Heft 29, Herausgeber Prof. Dr.-Ing. W. Richwien. Essen: Glückauf.

# Annex 2: Standards, guidelines and codes of practice

| | |
|---|---|
| API RP 2A-WSD. | Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design. 21st Edition, American Petroleum Institute, 01-Dec-2000. |
| ASTM D1586-99. | Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils. |
| Classification Notes No. 30.4. | Foundations. Det Norske Versitas, February 1992. |
| DIN 1054:2005-01. | Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. |
| DIN 4020:2003-09. | Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke. |
| DIN 4023:2006-02. | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen. |
| DIN 4094-1:2002-06. | Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 1: Drucksondierungen. |
| DIN 4094-2:2003-05. | Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 2: Bohrlochrammsondierung. |
| DIN 4094-5:2001-06. | Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 5: Bohrlochaufweitungsversuche. |
| DIN 18121-1:1998-04. | Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung. |
| DIN 18121-2:2001-08. | Baugrund - Untersuchungen von Bodenproben; Wassergehalt - Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren. |
| DIN 18122-1:1997-07. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze. |
| DIN 18122-2:2000-09. | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze. |
| DIN 18123:1996-11. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung. |
| DIN 18125-1:1997-08. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 1: Laborversuche. |
| DIN 18126:1996-11. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung. |
| DIN 18129:1996-11. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Kalkgehaltsbestimmung. |
| DIN 18130-1:1998-05. | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. |
| DIN 18135:1999-06 (Norm-Entwurf). | Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Eindimensionaler Kompressionsversuch. |
| DIN 18137-2:1990-12. | Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung der Scherfestigkeit; Triaxialversuch. |
| DIN 18137-3:2002-09. | Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 3: Direkter Scherversuch. |
| DIN 18196:2006-06. | Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. |
| DIN 18311:2006-10. | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Nassbaggerarbeiten. |
| DIN EN ISO 14688-1:2003-01. | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1. Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002. |
| DIN EN ISO 14689-1:2004-04. | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1. Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003. |

DIN EN ISO 22475-1:2007-01. Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.

DIN EN ISO 22476-2:2005-04. Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005.

Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines. Edition 2005, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Edition 2005.

IHO Standards for Hydrographic Surveys, Order 1 Surveys, Special Publication No 44, 5th Edition, Februar 2008.

Offshore Standard DNV-OS-J101. Design of Offshore Wind Turbine Structures. Det Norske Veritas, June 2004.

Standard Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg und Rostock, BSH-Nr. 7005, 12. Juni 2007.

# Annex 3: List of abbreviations and acronyms

| | |
|---|---|
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| API | American Petroleum Institute |
| AWZ | ausschließliche Wirtschaftszone |
| BDP | Bohrlochrammsondierung |
| CAD | Computer Aided Design |
| CU | consolidated undrained shear test (konsolidierter undrainierter Triaxialversuch) |
| CCV | consolidated constant volume test (konsolidierter drainierter Triaxialversuch mit konstant gehaltenem Volumen) |
| CPT | Cone Penetration Test(s) |
| CPTu | Piezocone Penetrometer Test(s) |
| D | Durchmesser |
| DIN | Deutsche Industrienorm |
| EC | Eurocode |
| ETRS | Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 |
| GIS | Geographisches Informationssystem(e) |
| GK | Güteklasse(n) |
| IHO | International Hydrographic Organization |
| kHz | Kilohertz |
| kn | Knoten |
| LAT | Lowest Astronomical Tide |
| SeeAnlV | Seeanlagenverordnung |
| SKN | Seekartennull |
| SPT | Standard Penetration Test |
| SSS | Seitensichtsonar |
| UTM | Universal Transversal Mercator Gridsystem |
| UU | unconsolidated undrained shear test (unkonsolidierter undrainierter Triaxialversuch) |
| WEA | Windenergieanlage(n) |
| WGS | World Geodetic System |

# 添　付　資　料　5

調査委員会・検討ワーキング委員会議事録

# 平成２３年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

## 第１回　動向調査検討ワーキング

日　時：平成２４年　２月１５日（水）
１４：００～１６：００
場　所：オフィス東京　Ｆ会議室

### 議　事　次　第

１．開会の挨拶（東洋設計、原子力安全・保安院）

２．委員紹介

３．配付資料確認

４．議　題
１）事業計画説明、作業内容確認

２）調査方法に関する議論

３）今後のスケジュール・その他

５．閉会の挨拶

○配付資料リスト
資料１－１：委員会座席表
資料１－２：委員会及びワーキンググループ委員名簿
資料１－３：事業計画概要説明書
資料１－４：調査の進め方
資料１－５：風力発電に係る主な国内法規制
資料１－６：風車部位と国内外法規の取り扱い
資料１－７：発電用風力設備の技術基準の解釈について

## 平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

# 第 1 回　動向調査検討ワーキング

**日　時：平成 24 年 2 月 15 日（水）14:00～16:00**

**場　所：オフィス東京　F 室**

**出席者**

| 区　分 | 氏　名 | 所　属　・役　職 |
|---|---|---|
| 委　員 | 赤星（あかほし）　貞夫（さだお） | 一般財団法人　日本海事協会風車認証事業室主管 |
| 委　員 | 七原（ななはら）　俊也（としや） | 財団法人　電力中央研究所　システム技術研究所　副所長 |
| 委　員 | 安田（やすだ）　陽（よう） | 関西大学システム理工学部准教授 |
| 委　員 | 吉田（よしだ）　茂雄（しげお） | 富士重工業㈱風力発電プロジェクト プロジェクトマネージャー |
| 委　員 | 上田（うえだ）　悦紀（よしのり） | 三菱重工業㈱風車事業部　部長代理 |

**（委員については、五十音順・敬称略）**

**（配付資料）**

- **資料 1-1：委員会座席表**
- **資料 1-2：委員会及びワーキンググループ委員名簿**
- **資料 1-3：事業計画概要説明書**
- **資料 1-4：調査の進め方**
- **資料 1-5：風力発電に係る主な国内法規制**
- **資料 1-6：風車部位と国内外法規の取り扱い**
- **資料 1-7：発電用風力設備の技術基準の解釈について**

**１．開会の挨拶（東洋設計、原子力安全・保安院）**
**２．委員紹介**
**３．配布資料確認**
**４．議　　　題**
**（１）事業計画説明、作業内容確認**

**（２）調査方法に関する議論**

| | |
|---|---|
| 吉田委員 | DNV で浮体式風車のガイドラインに比較的よく纏まったものがあるので調査すると良い。 |
| 赤星委員 | DNV の着床式の洋上風力設備に関する規則は、あまり細かく書かれてはいないが関連的､性能要件的なものが書かれた DNV の浮体式のガイドラインがある。広く出回っており簡単に入手可能である。<br>風技の見直し、またそれに係る通達が当面のターゲットだが、一方で再生可能エネルギーが増えていった場合、故障・停止時の電力安定供給からの視点も必要ではないか。<br>また、着床法律の枠組みは出来てきているが洋上は着床や陸上の延長線上とは単に考えられない部分がある。実態に合わせて考えていく必要がある。 |
| 七原委員 | グリッドコードに踏み込むと大変である。また、1-6 では丸の付け方が軽く感じる。風技を挙げているので電技も挙げたほうがよい。 |
| 赤星委員 | 停止しても人に危害が無ければ良いと言う現行の保安規制の基本的な考えである。しかし、簡単に止まるようでは良くない。必要最低限の合理的な規制となっているが、特にハード部分の性能や構造をもう少しきちんとチェックする必要があるのではないか。 |
| 上田委員 | 無効電力制御まで記述するのか。どの程度まで記述するのか。 |
| 赤星委員 | 系統連系まで踏み込んだ考えはまだ無い。 |
| 吉田委員 | 系統側の要件と洋上風車側の規模まで様々である。ひとつやると泥沼化する奥深いことであるが、触れないわけにもいかない。 |
| 七原委員 | ここ 1 ヵ月半でどこまでやるか。 |
| 延命<br>(事務局) | 着床式と浮体式に大別される。現状着床はある程度見えているが、浮体はまだまだである。系統連系にどのような違いが出てくるのかご示唆頂きたい。<br>次年度を念頭に、陸上と洋上の雷の性状の違いについてもご示唆頂きたい。 |
| 上田委員 | 何年時点で実務に適応するのかを考えて議論してはどうか。例えば、2020 年時点で技術的に定まっているものに限定し、コンセンサスを作ってその枠で議論したほうが発散しない議論になるのでは。 |
| 飯田<br>(保安院) | 浮体も含めた現状の法規制を修正し、洋上風車を前提としたものに修正すること。そのため、洋上風車をターゲットとしたときに現状のものでよい |

| | |
|---|---|
| | のかどうか、足りないものは付け足す。当面の課題と物が出来ていく中での定期的な課題、この 2 つがあるようだ。 |
| 安田委員 | 長・中期的な課題は必要だが温度差・濃淡を付けたほうが良い。<br>洋上変電所は 100M、100km 以上ではないとペイできないという文献もある。<br>ゆえに段階的にするべきだ。 |
| 赤星委員 | 参考情報だが福島沖のプロジェクト、早ければ来年完成する。環境省の 2M クラスのものが立つ。国土交通省より洋上の風力発電設備を搭載した浮体構造物の基準を早急に作るよう指示が出ており、実証に近い試験研究に適用する前提である。<br>現在ガイドラインを作成している。船舶安定法と建築基準法の適用がどうなるのかはっきりしてから手当てする必要がある。 |
| 吉田委員 | 現状は資料 1-7 にあるように建築基準法（大臣認定）である。<br>海事関係に方向を変えるのであれば記述も変えなければならない。 |
| 赤星委員 | 法律の手当てをしない場合、建築基準法だと海底にケーブルで繋がっているものは海底から高さをとる。 |
| 吉田委員 | 環境省は浮体式の風車が始まっている。大臣認定で取った。 |
| 上田委員 | 規制があまりにも厳しいと発展が難しくなる。洋上は陸上の建造物と違い常時人間がいるわけではないので、陸上の建物と同じ安全率を適用させるのはどうだろうか。過剰にコストを要求するようなものが出来ることを懸念する。1 本化する・早急に決める、というところは原則賛成だが、法律は人間の安全を保つためにあるので<br>常時人がいるもの・いないものの差を考え、安全率の考え方も差別化していくという道を残してほしい。 |
| 七原委員 | 浮体の基準は IEC で作成が始まったばかりである。これとも整合したい。<br>海事協会として合理的なものになるよう検討したい。 |
| 上田委員 | 日本は 0 リスクに過大になりがちだ。めったにないことまで規制すると市場形成が出来なくなるのではないか。<br>浮体は帰港可能かどうかで変わってくるがどうだろうか。 |
| 赤星委員 | 帰港しての修理はコストがかかりすぎるので基本は現地での修理。<br>ジャケット式の構造は SEP 台船で可能だが、浮体の場合は非常に困難である。 |
| 上田委員 | 着床と浮体は構造的に違いすぎるこれらを同じ土俵で考えられない。<br>ここにある 5 つの分類も正しいのか、日本では浮体で市場形成できるのかわからない。浮体については 5 年後を目処にするべき。でなければ何をどう考えるのかが不明。 |
| 安田委員 | 近々のプロジェクトに合わせてというのが必要なようだ。<br>福島には単なる昇圧変圧器ではなく、変電所があるのか。 |
| 赤星委員 | 福島沖にはサブステーションとしての洋上変電所が存在する。 |

| | |
|---|---|
| 上田委員 | 試験用の 3 基については経済合理性は全くないといえる。将来大型をやるためのミュレーションである。 |
| 安田委員 | 変電所が絡んでくると今度は消防法に引っかかってくる。また複雑になる。資料のマトリクスには消防法はなかったが。 |
| 出野<br>(事務局) | 陸上と着床型は同じように考え、浮体についてはマトリックスを分けるということでよいか。 |
| 赤星委員 | 着床・浮体はステージが違いすぎ、開発レベルが全然違う。現状の浮体は実証実験なので船舶安全法を適用していない。<br>九大は浮体構造物に一部発泡スチロールを用いている。<br>規制は後から付くことが多い。試験機には付かないがどうなるのかわからない。 |
| 上田委員 | どう扱ってよいものか解らない。<br>5 年もすれば浮体はある程度集約されるはず。 |
| 吉田委員 | 洋上を陸上と比べてみると、天候で行きたいときに行けない時間が多く放っておく時間が出てくる。停電時間も陸上に比べると長い。今の風技には書いていない。<br>また、据付時、維持管理時、撤去時においての安全規制についてもう少し調査が必要だ。着床も残った基礎はどうするのか。 |
| 上田委員 | 実現可能なレベルと、それによって引き起こされる可能性のある最大の被害を比較してみて、公衆安全上の問題がなければ（物損のみの被害）ある程度許容しないと守れなくなるのではないか。 |
| 赤星委員 | 撤去について、撤去時は発電していないのでやめた後まで電気事業法をかけなくても良いのではないか。<br>人について、行って戻れないことは十分可能性がある。設備が必ず必要だ。<br>法律は陸と同じ必要はない。公衆安全（居住スペース）は必要だ。<br>オイル漏れの海洋汚染については排出規制で対応。 |
| 安田委員 | OF ケーブル・・・欧米では CV ケーブルへ移行されつつある。OF ケーブルのオイル漏れの懸念が報告されている。 |
| 出野<br>(事務局) | 基本的にはマトリックスを元に検討していく。<br>ガイドラインについては電気事業法をベースにしてこれをもう少し整理していく。<br>陸上式と着床式は同一のように考え、浮体式については切り離して考える。<br>マトリクスはもう少し項目別に整理する。 |

（3）今後のスケジュール・その他

（4）閉会の挨拶

# 平成２３年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

# 第１回　調査委員会

日　時：平成２４年　２月２０日（月）
１０：００～１２：００
場　所：オフィス東京　Ｆ会議室

## 議　事　次　第

１．開会の挨拶（東洋設計、原子力安全・保安院）

２．委員紹介

３．配付資料確認

４．議　題
　１）事業計画説明、作業内容確認

　２）調査方法に関する議論

　３）今後のスケジュール・その他

５．閉会の挨拶

○配付資料リスト
　資料１－１：委員会座席表
　資料１－２：委員会及びワーキンググループ委員名簿
　資料１－３：事業計画概要説明書
　資料１－４：調査の進め方
　資料１－５：風力発電に係る主な国内法規制
　資料１－６：風車部位と国内外法規の取り扱い
　資料１－７：発電用風力設備の技術基準の解釈について

**平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査**

# 第 1 回　調査委員会

**日　時：平成 24 年 2 月 20 日（月）10:00～12:00**
**場　所：オフィス東京　F 室**

**出席者**

| 区　分 | 氏　名 | 所　属　・役　職 |
|---|---|---|
| 委員長 | 勝呂（すぐろ）　幸男（ゆきお） | 一般社団法人　日本風力エネルギー学会 ･会長 |
| 委　員 | 赤星（あかぼし）　貞夫（さだお） | 一般財団法人　日本海事協会風車認証事業室主管 |
| 委　員 | 前田（まえだ）　太佳夫（たかお） | 三重大学大学院工学研究科教授 |
| 委　員 | 安田（やすだ）　陽（よう） | 関西大学システム理工学部准教授 |

**（委員については、五十音順・敬称略）**

**（配付資料）**

- **資料 1-1：委員会座席表**
- **資料 1-2：委員会及びワーキンググループ委員名簿**
- **資料 1-3：事業計画概要説明書**
- **資料 1-4：調査の進め方**
- **資料 1-5：風力発電に係る主な国内法規制**
- **資料 1-6：風車部位と国内外法規の取り扱い**
- **資料 1-7：発電用風力設備の技術基準の解釈について**

１．開会の挨拶（東洋設計、原子力安全・保安院）
２．委員紹介
３．配布資料確認
４．議　　　題
（１）事業計画説明、作業内容確認

（２）調査方法に関する議論

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | 安全規制の定義（陸上では公衆安全)、今後の洋上風車については広い意味での定義づけ、環境影響等を踏まえることを念頭に纏める必要がある。<br>洋上は、風況、海象条件等の設計条件をどうやって担保するのか見ておかねばならない。 |
| 赤星委員 | 安全についてどこまで考慮するか。電気事業法は公衆安全であるが、建築基準法では山中にあっても高層ビルと同様の安全規制である。洋上の浮体式では近隣への迷惑防止が加わる。<br>将来を見据えると再生可能エネルギーのシェアが増えたとき規制のあり方も検討していく必要がある。<br>参考情報だが、建築基準法は着床式については適応関係が明らかになっている。<br>浮体式についても建築基準法に基づく性能評価済みであり、大臣へ認定申請を出しているところである。 |
| 勝呂委員長 | 浮体式の洋上の白島（石油備蓄基地）や五島列島（風力）は建築基準法の基準になっているか。 |
| 赤星委員 | 船舶安全法もかかっている。<br>IEC では 1 週間、10 日間の作業員の居住スペースの確保が規定されている。 |
| 勝呂委員長 | 公衆安全だけでは抜けがでてしまう可能性がある。広く捉える意味で調べるべき。 |
| 安田委員 | 公衆安全のみでなく、環境影響も重視する必要がある。 |
| 前田委員 | IEC の規格は現状ではそのまま JIS 化。和訳したものをそのまま使っては日本にそぐわない部分があり不都合がでる懸念はある。機械に関しては 61400-1 をきちんとみなければならない。浮体に関してはこれから、というところもあるのできちんと動向を見ていかなければならない。 |
| 勝呂委員長 | やはり風速、波浪について設計条件が重要である。設計条件さえ出来ればよいと考える。DV、API、石油掘削リグの故障、海底ケーブルも大きな問題。<br>長崎の浮体の設計条件を精査・把握する必要もあるのではないか。 |
| 前田委員 | 空欄のところは電気事業法に組み込むのか。 |
| 出野<br>(事務局) | あくまで現状の電気事業法で対応。対応不可の場合は他の法規制について検討する。今後それらを踏まえ加えることになる。 |
| 前田委員 | 海外メーカーの動向も調査する必要がある。 |
| 勝呂委員長 | 非関税障壁との兼ね合いや、建築基準法等を総合的に判断する必要がある。 |

| | |
|---|---|
| 飯田<br>(保安院) | 浮体式の安全性について現行の法規制が妥当かどうかは具体的な評価は不可能である。あくまで、現行法の妥当性が第一だ。定量的ではないが定性的には書かれているはず。段階を踏まえて整理するべき。<br>環境保全、作業員の安全も電気事業法には書かれている。 |
| 勝呂委員長 | 作業員は労働基準法との関わりがある。この業務で諸問題へのピックアップをしておかなければ抜けがでる。 |
| 赤星委員 | 設計条件について陸上は NEDO の風況 MAP を参考にある程度は計算できるが、洋上については風況・波浪名などデータが不足している。<br>また、陸上ではすぐ行ける、海はすぐに行けない、というところもポイントである。 |
| 安田委員 | この委員会のゴールはどのあたりか？法規制の妥当性の評価はゴールではない。民間の基準まで踏み込むのか。 |
| 出野<br>(事務局) | 時間的に難しいが、検討していく途中で問題が生じた場合、どこに問い合わせればよいのか位はわかるようにしたい。 |
| 勝呂委員長 | 浮体式にないが、申請しているということはなにかベースがあるということか。 |
| 赤星委員 | 浮体式についてタワーと浮体の部分を検査するように国土交通省から指示されている。船舶安全法についてもこれを適応する方向で進んでいる。<br>洋上は基礎に係る費用が陸上よりもかさむ。あまりハードルを上げると洋上が発展しない。石油掘削リグとは同様に計れない。コストパフォーマンスが違いすぎる。<br>委員会で提案に盛り込んでもらいたい。 |
| 勝呂委員長 | API はいかにコストを安く安全に作ることに主眼を置いた規格となっている。仕様は細かいが大量生産が可能。<br>クラウンエステートは規制ではなく、風車を立てる人の立場でここを守っておけば安全・壊れない、といったベースであり、IEC などは、理屈ではこうですよ、といったものであるのでこれらを比較するのが良い。 |
| 前田委員 | 縦軸の細目を纏める必要がある。 |
| 出野<br>(事務局) | 部位と細目で作成したが、細目はこんなにいらないのではないか。ということで<br>部位・係留によってもう一度作成したい。 |
| 赤星委員 | 電気事業法の法律、政省令、通達について現状の規制のルールはどこで見られるか。<br>また、委員会にて配ることは可能か。 |
| 飯田<br>(保安院) | 電力安全の HP で見られる。細かいところはこちらで持っている。 |
| 勝呂委員長 | 侵入防止対策についてどこまで行うか。<br>漁業協調との関連もあるので留意しなければならない。 |

| | |
|---|---|
| 出野<br>(事務局) | 陸上の場合、発電所との位置付けでしか侵入防止について判断していない。シンボリック的な観点から、ハッチに施錠があれば先まで設けていない場合も存在する。 |
| 勝呂委員長 | あらゆる状況をイメージしていかなければならない。 |

（3）今後のスケジュール・その他

| | |
|---|---|
| 出野 | 3 月に入ると IEC、洋上のものが目白押しであるので上手く兼ね合わせていければ、<br>と検討している。 |

（4）閉会の挨拶

## 平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

## 第２回　調査委員会・検討ワーキング委員会

日　時：平成２４年　３月１４日（水）
１４：００～１６：００
場　所：オフィス東京　C5 会議室

### 議　事　次　第

１．開会の挨拶

２．配布資料確認

３．議　題
１）平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査検討ワーキング議事録の確認

２）平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査調査委員会議事録の確認

３）調査検討内容について

４）今後のスケジュール、その他

４．閉会の挨拶

○配付資料リスト
資料２－１：委員会座席表
資料２－２：委員会及びワーキンググループ委員名簿
資料２－３：平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査検討ワーキング議事録（案）
資料２－４：平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査調査委員会議事録（案）
資料２－５：報告書（案）の構成
資料２－６：洋上風力発電開発導入状況
資料２－７：洋上風力発電に係る規格、安全規制
資料２－８：国内関連法規との整合・整理
資料２－９：洋上風力発電に係る安全規制

平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査
第 2 回　調査委員会・検討ﾜｰｷﾝｸﾞ委員会

# 議事録案

日　時：平成 24 年 3 月 14 日（水）14:00～16:00
場　所：オフィス東京　C5 会議室

出席者

| 区　分 | 氏　名 | 所　属　・　役　職 |
|---|---|---|
| 委員長 | 勝呂（すぐろ）　幸男（ゆきお） | 一般社団法人　日本風力エネルギー学会・会長 |
| 委　員 | 赤星（あかぼし）　貞夫（さだお） | 一般財団法人　日本海事協会風車認証事業室・主管 |
| 委　員 | 上田（うえだ）　悦紀（よしのり） | 三菱重工業㈱風車事業部・部長代理 |
| 委　員 | 前田（まえだ）太佳夫（たかお） | 三重大学大学院工学研究科・教授 |
| 委　員 | 安田（やすだ）　陽（よう） | 関西大学システム理工学部・准教授 |
| 委　員 | 吉田（よしだ）　茂雄（しげお） | 富士重工業㈱風力発電プロジェクト・プロジェクトマネージャー |

（委員については、五十音順・敬称略）

欠席者

| | | |
|---|---|---|
| 委　員 | 七原（ななはら）　俊也（としや） | 財団法人　電力中央研究所　システム技術研究所・副所長 |

（委員については、五十音順・敬称略）

（配付資料）

資料２－１：委員会座席表
資料２－２：委員会及びワーキンググループ委員名簿
資料２－３:平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査検討ワーキング議事録（案）
資料２－４:平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査調査委員会議事録（案）
資料２－５：報告書（案）の構成
資料２－６：洋上風力発電開発導入状況
資料２－７：洋上風力発電に係る規格、安全規制
資料２－８：国内関連法規との整合・整理

資料２－９：洋上風力発電に係る安全規制

１．開　　　会
２．委　員　紹　介
３．第１回検討会における主な意見と対応
４．議　　　題
（１）平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査検討ワーキング議事録の確認

| | |
|---|---|
| 上田委員 | P.3 の発言で、全否定しているように感じられる部分について表現を変える。 |
| 安田委員 | P.3 と P.4 の発言で、断定的な言い方になっている部分について表現を変える。 |

（２）平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査調査委員会議事録の確認

なし

（３）調査検討内容について

・資料 2-5

| | |
|---|---|
| 安田委員 | 動向調査の追加報告書は最終的に、保安院様の HP に載せて誰でも見られる様にするのか。 |
| 奥村 | 本調査に関しては、原則公開となる。 |
| 出野 | 報告書に関してはアクセスして見られる。 |
| 安田委員 | 使用する用語については、統一したほうが良い。 |
| 赤星委員 | 成果報告書の 2 章と 3 章で、同じ項目があるように思われるが。 |
| 出野 | 技術開発動向洋上風車全体に関するものは 2 章に記しており、3 章では今後の技術開発を見据えた問題点抽出と考えている。 |

・資料 2-6

| | |
|---|---|
| 安田委員 | 読み手は日本の方であると思われるので、ヨーロッパでは洋上風車がこれだけ増えているのだというのをきちんと説明した方がよい。マップや洋上風車の一覧表もあるので、そのような事実を伝える形にしてほしい。情報は少ないが中国のことも載せたほうがよい。 |
| 上田委員 | インパクトがあるのはやはり風車が立っている絵である。最近のウィンドファームがないというのは少し弱い。<br>たくさん立っている写真と、海で立っているのがわかるクローズアップされた写真があったほうが良い。<br>上から碁盤の目のように立っているのを撮ったものや、かなり大きい風車が海の上に立っているような写真、船やヘリコプターがあって、大きさの |

| | |
|---|---|
| | スケールのわかるものであるとなお良い。 |
| 安田委員 | 基礎のタイプも併せて関連付けたほうが良い。 |
| 上田委員 | モノパイル、ジャケット、重力式、トライポットこの 4 つは写真があったほうが良い、できれば浮体式も。また、浮体式はどのようなものかを説明しているページも必要。 |
| 安田委員 | EWEA の資料が分かりやすいと思われる。 |
| 上田委員 | 前半は洋上風車の増化、大型化、船からの距離などの基本的な統計と写真などの説明にしておき、後半に洋上風車はこのようなものだという説明、実績の比率の補足があるようにしたほうが分かりやすいのではないか。 |
| 安田委員 | 図 2.1.2 と図 2.1.3 は同じだと思われるが、新しいものがあればそちらを使う方がよい。 |
| 安田委員 | 公開されると引用される。洋上風車に関して、政府・官公庁で公表されているものは少ないので上位検索となる。本質は安全調査だが、多くの人に読まれることになるので最新の情報を取り込んでいかないといけない。 |
| 勝呂委員長 | 常にデータはアップデートし、最新のものにしていただきたい。<br>・安全をどのように担保するのかを考えたとき、開発・普及だけでなく事故や故障などの面も入れておかないとまずいのではないか。<br>・設計条件がきちんと決まれば大体は上手に作ってくれる。故障しているのは陸上も洋上もどのように設計条件を見ているのかによるのではないか。<br>例えば風を測るとき、海外の実績のある国のやり方、どこを設計条件に持ってきているのか、事故や故障への努力なども入れるべきではないか。<br>・洋上のリグや構造物でも事故が起きており、考慮しておくべき。 |
| 勝呂委員 | 支持構造物と風車本体について、ある程度明確にしておかなければ、後々、『良い話ばかり。』ということになってしまうのではないか。普及させなければならないが、壊れるものを普及させてもしょうがない。壊れない風車を普及させるにはどうしたらよいかについても考えておかなければならない。 |
| 上田委員 | ・浮体式について、建設時・運転中の事故例があるはず。<br>・せたな・酒田・かみすの順に並べ、洋上の写真にしたほうが親切。<br>・風車の地図について、日本で立っているこの 3 箇所と着底 2 箇所、浮体が 2 箇所、NEDO の実証地点など、日本地図での表示があったほうが分かりやすい。浮体式についてはせっかくなので、環境省の後に福島のも載せたほうがよい。 |
| 勝呂委員長 | 日本の風車で洋上の風車を立てるとき気を付ける点なども事例の中に載せたほうがよいと思うが、何か事例はありますか。<br>逆に、3.11 の災害ではかみすの風車は大丈夫であったといった事例もあり、日本の風車は大丈夫だとの励みにもなるのでは。 |
| 上田委員 | 洋上は直すのにとてもお金がかかる。 |

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | 以前、洋上風車まで修理に行ったが、波が高く帰ることができない場合は何日か宿泊できるようにする、ということを読んだことがある。<br>波が荒いとアクセスしにくいということがよくあるようだ。 |
| 安田委員 | 簡易宿泊施設もあります、という紹介も安全性というところで必要では。 |
| 勝呂委員長 | どのようにして設計条件をきちんと押さえるか、ということが技術のベースであると考える。設計条件をどのように担保するかを考えるというところが一番の課題なのではないだろうか。 |
| 上田委員 | 風車は普通 IEC でクラス 1、クラス 2、クラス 3 で設計されるが、洋上の場合はサイト・スペシフィックで設計しなさいということになっている。<br>場所によって設計されることになるので、設計条件をどのように求めるのかを明確にしなければ風車の強度も明確にはならない。<br>量産向けの機種設計ではなく、条件をきちんと取ることが重要である点については、陸上と洋上の設計の違いというところで、はっきりさせておく方がよいと考える。<br>設置した後にも侵食の影響など、強度についての問題があるところも陸上にはない部分である。 |
| 勝呂委員長 | 第 2 章では開発導入普及状況及び今後の見通しの中では現状の技術の限界のところと今議論に出たところについて記載し、今後その点についてどのようにしていくのかを第 3 章の課題の抽出につなげれば、赤星委員指摘の技術開発動向については「動向」の文言を「将来の風車または洋上風車と支持構造物についてより考慮すべき点」などの形のまとめということで入れてみると、良いのではないだろうか。<br>事故は 0 にはならないかもしれないが、少しずつ進歩していくという流れを示していかなければならないのではないだろうか。 |
| 上田委員 | 保険についても陸上と洋上では違ってくる。<br>洋上の保険ついては機種だけでなく個々のプロジェクトにサーティフィケーションが要求されている。日本でも洋上を立てるならば、国の最低基準に加えてビジネスでのプラスアルファでの認定、この両方があるのでは、と考える。 |

・資料 2-7

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | （赤星委員に質問）NK の中に浮体式に関するルールはありますか。 |
| 赤星委員 | あります。洋上のリグなど石油開発を念頭にしている物で、風車には厳しすぎる。有人を前提としたもので、洋上風車は無人で考えられており、有人と無人では担保すべき安全のレベルは違いすぎる。 |
| 勝呂委員 | 波の計測の手法やその評価をどうするか、は含まれていますか。 |
| 赤星委員 | 含まれていない。<br>ただ、海洋構造物については上田委員の話のとおりサイト・スペシフィックな考え方で共通している。環境条件の設定が重要であるが残念ながら当 |

| | |
|---|---|
| | 方では実績が少ない。 |
| 勝呂委員長 | 白竜のときはサイト・スペシフィックはどうだったか。 |
| 赤星委員 | モノパイルと一箇所に留まっているものとは考え方が違う。先ほどの説明は一箇所に留まっているものについてです。 |
| 安田委員 | 概要というところについてそれぞれ引用して和訳をしたものであれば、但し書きでこの日本語訳は理解のための和訳であり公式なものではない、という一文が必要ではないか。 |
| 吉田委員 | 資料 2-7 P.2 から P.5　P.7 から P.12 については横並びの一覧があるととても便利だが。 |
| 赤星委員 | P.13 洋上風力発電関連資料について<br>DNV については浮体式についてはまた別途ある。 |
| 前田委員 | 資料 2-7 P.1 の表の IEC 61400-3 発行年は 2009 年である。 |
| 前田委員 | 資料 2-7 P.13 について着式と浮体が混在しているが分けなくてもよいのか。<br>分けないようであれば印をつけるなどしたほうがよいのでは。 |
| 勝呂委員長 | サイト・スペシフィックに与えるか、標準に与えるか、サイト・スペシフィックの条件のもとに計算して与えるか、そのような違いも出てくる。 |

・資料 2-8

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | 最終的には資料 2-8 P.6、P.7 だけが着定式・浮体式に係る国内の法律であるという認識でよいか。 |
| 出野 | そうですが、精査が必要である。 |
| 上田委員 | 海岸法は何キロまで対象か。 |
| 出野 | 定かではないが 30 キロだったかと思う。 |
| 上田委員 | 30 キロであれば、福島のプロジェクトが入らないわけでもない。 |
| 赤星委員 | 国が管理する海岸保全区域に建てるとき、公物管理法としてこの法律の許認可が適用になるというシステムになっている。 |
| 佐藤 | 農地法は適用されないのか。 |
| 出野 | 国土の農地というものが適用範囲であるならば外れると思われる。一方で生産緑地法など農事業生産物を作っている場所が海岸区域にある場合がある。この場合はどうなるのかという話もある。 |
| 勝呂委員長 | 海は誰が管理しているのか。 |
| 出野 | 法規制をしている所轄の省庁がその区域の許認可を扱っているはずで、2 つの官庁が重なっていれば 2 つの法規制が関わってくる。 |
| 赤星委員 | 日本の領海にあれば日本の領土と同じ扱いである。公物管理法の海岸法・港湾法・河川法といった特定の目的でエリアを管理するという法律が適用する場所とそうでない一般的なエリアに大別される。公物管理法の特別法の適応するところは、それぞれの公物管理の責任者が許認可を行うことになっている。それ以外のエリア、一般的なエリアについて、環境省が行っ |

| | |
|---|---|
| | ている長崎県五島のものは、特別法適用外だが、沿岸から比較的近いということで都道府県の管理下に置かれている。国有財産法のもとで自治体に管理をゆだねられている。次に、領海を出たらどうなるかというとリストにもある、排他的経済水域及び大陸棚に関する法律（※資料には大陸灘と記載）に基づいて日本の領土の外ではあるが、国の法律をそれに準じて適用する。これはあまり例がないので実際どうなるのか私共は良く分かっていない。<br>ただ、船として扱う場合には船舶所有者の方が国ないし私共に検査を申請しているため、問題視はしていない。領海外となると自治体の管理外だと思われる。領海 20 海里手前では管理者は違ってくると思われる。 |
| 上田委員 | 固定資産税は誰に支払うのか。領海内では恐らくそこの市長村、領海外ではどこになるのか。 |
| 赤星委員 | 登記・登録が必要なのかどうか、船舶法上の扱いなどについてはまだまだこれから詰めていく段階である。 |
| 上田委員 | 漁業権について今回は全く書かなくてもよいのか。法律ではなく障害や許認可というのではあるが。 |
| 延命 | ここに触れると泥沼化する懸念がある。 |
| 出野 | （上田委員の指摘を受けて）海岸法の適用の話のところで、水際線から 50M 以内は着床式が適用されるということになっています。海岸保全区域は水際から各々50M。 |

資料 2-9

| | |
|---|---|
| 上田委員 | 建築基準法の適用範囲について、浮体式に丸を付けてしまうと、保安院が公に建築基準法でやるということを認めている形に感じられる。メーカーの立場では浮体の部分は船舶法でタワーの部分は建築基準法、上の部分は電気事業法ということになると重複規制になってしまうので困る。タワーも含めて船舶法または電気事業法にならないものだろうか、そうなればありがたい。そういうところを含めて丸にするかどうかというところは審議してもらいたい。 |
| 赤星委員 | 事務局は現状ベースでどうなっているのかで纏めているように思うが、浮体式において環境省の五島のプロジェクトの 2 分の 1 モデルについては適応されているので丸で満たされざるを得ないのではないのだろうか。ただ、上田委員の指摘通り、海事局と住宅局の間で同じ国土交通省の中で２つの法律を重複する部分もある中で分けたり、適応させるのはいくらなんでもおかしいという意見もあり今調整されているところである。調整中とは書くことはできないが現時点ではニュートラルに書くと丸で満たされざるを得ないと考える。<br>これに関連して、2 枚目の建築基準法は着床は丸で浮体の丸は消えるというのがよいのではないだろうか。一方で船舶安全法については 2 枚目の 5 つ |

| | |
|---|---|
| | 目の法律船舶安全法についてはかけないと言っているのでとっても良いのではないか。浮体式は現時点ではかけていない。福島プロジェクトからかけるつもりと言っている。厳密に言うと現時点ではかかっていない。なぜならば環境省の五島プロジェクト 2 分の 1 プロジェクトは船舶安全法はかかっていないからである。 |
| 上田委員 | 両方ともカッコにしてはどうか。 |
| 赤星委員 | カッコにしておきましょう。 |
| 勝呂委員長 | 船舶安全法の規制は船舶法と含めて安全の『確保をしなさい・積載可能な構造物を指す』など書いてあるがこの中の規制そのもので、具体的には、このように設計しなさいなどと書いているのか。イメージでは NK の規則を守っていれば自動的に適用されるなど、法律の中には細かな設計基準は明確に書いてはなかったように思われるが。 |
| 赤星委員 | 現時点では船舶安全法はかかっていない。我々が作る暫定基準よりも包括的な内容で作られるのだろうが役所の方でも基準が作られている。 |

その他

| | |
|---|---|
| 吉田委員 | 資料 2-6 については、洋上風車としての視点で書かれているという印象で洋上のウィンドファームとしての視点としての追記もした方がよいのでは。 |
| 勝呂委員 | サイト・スペシフィックで風や波を測ることになると 1 台の風車では採算が合わないと思われる。洋上ではウィンドファームしか考えられないので、吉田委員の指摘は入れた方がよい。 |
| 吉田委員 | ウィンドファームという広がりを持ったところで考えたときに、設計条件の代表的なポイントについても考えたほうが良い。 |
| 安田委員 | 確かに、海外の文献ではウィンドファームではなくウィンドパワープラントという表現が多くなってきている。 |

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | 原発の事故以来感じられるのは、ウィンドファームが沢山あるということはリスクヘッジになっているということである。例えば、何百万 kW の発電所が一気に止まるより、風力発電所であれば 100 台のうちの 1、2 基止まる程度、というようにリスクが抑えられる。<br>今後の洋上風車は期待されるところであり、故障せずきちんと回る風車を作りたい。特に人を殺めることのないようにしたい。風車での人の事故のサイトを参考にしながら、今後議論する細かいところも合わせて 3 章のところを提言していきたい。 |

６．閉　　会

## 平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査

## 第３回　調査委員会・検討ワーキング委員会

日　時：平成２４年　３月２９日（木）
１０：００～１２：００
場　所：オフィス東京　C5 会議室

**議　事　次　第**

１．開会の挨拶

２．配布資料確認

３．議　題

１）平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査第 2 回検討委員会・検討ワーキング委員会議事録の確認（資料３-３）

２）調査検討内容について（資料３-４-１、３-４-２、３-５）

３）調査検討内容について（資料３-６）

４）今後のスケジュール、その他

４．閉会の挨拶

○配付資料リスト
資料３－１：委員会座席表
資料３－２：委員会及びワーキンググループ委員名簿
資料３－３：平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査第２回検討委員会・検討ワーキング委員会議事録（案）
資料３-４-１：電気事業法に基づく風力発電に係る現行基準
資料３-４-２：現行基準の洋上風力発電に係る妥当性検討
資料３－５：今後詳細検討が必要となる検討項目の抽出
資料３－６：国内外における洋上風力発電の開発導入普及状況及び今後の見通し（第 2 回委員会資料の修正版）

**平成 23 年度　洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査**
**第 3 回　調査委員会・検討ﾜｰｷﾝｸﾞ委員会**

# 議事録案

**日　時：平成 24 年 3 月 29 日（木）10:00～12:00**
**場　所：オフィス東京　C5 会議室**

**出席者**

| 区　分 | 氏　名 | 所　属　・役　職 |
|---|---|---|
| 委員長 | 勝呂（すぐろ）　幸男（ゆきお） | 一般社団法人　日本風力エネルギー学会 ･会長 |
| 委　員 | 赤星（あかぼし）　貞夫（さだお） | 一般財団法人　日本海事協会風車認証事業室主管 |
| 委　員 | 上田（うえだ）　悦紀（よしのり） | 三菱重工業㈱風車事業部　部長代理 |
| 委　員 | 七原（ななはら）　俊也（としや） | 財団法人　電力中央研究所　システム技術研究所　副所長 |
| 委　員 | 前田太佳夫（まえだたかお） | 三重大学大学院工学研究科教授 |
| 委　員 | 安田（やすだ）　陽（よう） | 関西大学システム理工学部准教授 |

**（委員については、五十音順・敬称略）**

**欠席者**

| | | |
|---|---|---|
| 委　員 | 吉田（よしだ）　茂雄（しげお） | 富士重工業㈱風力発電プロジェクト プロジェクトマネージャー |

**（委員については、五十音順・敬称略）**

**（配付資料）**

**資料３-１：委員会座席表**
**資料３-２：委員会及びワーキンググループ委員名簿**
**資料３-３：平成 23 年度洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査検討ワーキング議事録（案）**
**資料３-４-１：風力発電に係る現行基準**
**資料３-４-２：洋上風力発電に係る妥当性評価**
**資料３-５：今後必要となる検討項目の抽出**
**資料３-６：洋上風力発電の開発・導入普及状況、今後の見通し（第 2 回資料の修正版）**

１．開会の挨拶
２．配布資料確認
３．議　　　題
４．閉会の挨拶

資料３-３

| | |
|---|---|
| 赤星委員 | P.5 の上から 5 行目については、モノパイルではなくてモバイルである。 |
| 山形 | P.3 の上から 5 行目の上田委員の発言で、トライポットとの記述があるが正しくはトライポッドである。また、トライポッド・トリポッドという言い方があるがどちらかに統一したい。 |
| 勝呂委員長 | 英語読みの、トライポッドで良いのでは。 |

資料３-４-１

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | P.10 にある電気主任技術者とあるが、1 人でどこまでの範囲を見るのか。 |
| 出野 | 電気主任技術者は専任の下に試験を以て資格を確認するという中身である。この中に第 1、2、3 種電気主任資格者などという有資格があり、それぞれの有資格については発電量の規模で 1、2、3 種が決まる。規格が上がるほどに広範囲を取り扱いできるようになる。それを含めたものを電気主任技術者としている。実際の中身についてはもっと細かく対象となる電気設備の規模によって規格が定まってくる。 |
| 勝呂委員長 | そうすると、ボイラー・タービンは個々の機器に対応していて、ダム・水路には主任技術者があるが風力や太陽光には今は無いので全て電気主任技術者が見るのか。 |
| オブ飯田 | そうなっています。 |
| 勝呂委員長 | 気象条件・地震など、幅広くないか。 |
| オブ飯田 | 全般を見ています。 |
| 上田委員 | 工事計画届の中に機械部分の強度計算書が当然入っている。タワーから下は建築基準法でタワーから上のナセル内機器のところについては機械部分込みで電気主任技術者が電気事業法にのっとり、保安監督部に説明を行って許認可を取ることになっている。 |
| オブ飯田 | 機械的な事故についても電気主任技術者が安全の確認、対策を講じている。電気事業法の中での安全管理の主たる責任者という扱いで幅広に責務を負われている。 |
| 勝呂委員 | すごいオーバースパンではないか。 |
| 安田委員 | 電気主任技術者の試験にはブレードの破損などは無い。そう考えると、現場との齟齬をきたしている可能性もあると考えられる。 |
| 出野 | 1 つのもの（風車)、個々のものであればある程度カバー出来たかもしれないが、ウィンドファームなど広範囲にわたるものはシステム全体を見るのは現状無理があると言わざるを得ない。条件が違っているということもあ |

| | |
|---|---|
| | り、時代に合わせた改定などが必要と考える。 |
| 七原委員 | 以前は 1 基 1 基について電気主任技術者が違うという扱いをしていたが今は。 |
| 上田委員 | 今はウィンドファームごと。安全管理審査のときは代表的な 1 台で確認し、サブステーションのところでもう 1 度確認して、ウィンドファーム全体を見たということにして安全管理審査が行われることが多いのではないかと考えられる。 |
| 勝呂委員長 | 1 番最初に風車を建てたときは、10 台建てると大火力発電所を作る位のことであった。届けだけでなく検査も全て行わなければならなかった。 |
| 上田委員 | ・陸上の場合、電気主任技術者の選任をする際に何時間以内に現地到着など居まいと立地との間での運用上の制約があった。洋上の場合は、陸上の運用と同じでは回らない。例外などコンセンサスを得たほうが良い。<br>・洋上は陸上と違って、天候などで安全管理審査が出来る日そのものが限られてしまう。安全管理審査の運用も場合によっては陸上からの遠隔にするなど、運用の仕方を変えないと、陸上と違って実際出来ないし、選任したくても電気主任技術者がその地域にいないなどといったことが起こるのではないか懸念される。<br>・工事計画届の申請は 30 日前ということで運用されている。洋上の場合、現地で作業出来るのは夏の間の 3 ヶ月ほど、さらに天候の良い日に限られるので　30 日前の運用についてすぐに法律を変えずとも運用での弾力的な緩和が必要であると考える。<br>・陸上と洋上では、アクセスの可否・距離について条件が全く異なる。それを踏まえた運用の緩和をしなければ運用したくても出来ない、といった矛盾が表面化してしまうのではないか。 |
| 勝呂委員長 | ・実務的・効率的な運用にするために、事業者に任せる形で自己確認・自己確認の要求のレベルを上げ、検査そのものはある程度の省略ができるやり方が良いのではないかと考える。自己確認のレベルを上げていくと、皆レベルの高いものを出すようになる。レベルの差を見分ける力も保安監督署には必要であり、検査する人ばかり増えてはエフェクティブではないと考える。<br>・管理者のスパンが広がって来ているように感じられる。陸上が洋上の風車になり、波・風・潮流・台風・型式など全て 1 人の電気主任技術者が見るのではオーバースパンとなる。その人に責任を負わせるのは酷な部分があり、自主検査でレベルを上げることで、効率的な運用が出来るのではないか考える必要がある。提出書類の内容を判断できることが保安監督職員には求められることになり、多岐にわたる内容だと検査する人ばかり増えてしまうこととなる。 |
| 安田委員 | （日本のように）電気技術者や他の技術者がいるのか GL に質問したところ、あくまでもドイツでの話であるが、「ライセンス保有者はドイツでは法 |

| | |
|---|---|
| | 律的にも認証にも存在せず、認証の文章に何が書いてあるのかが重要で、書いた人がどのようなライセンスを持っているのかは特には問われない。」とのことであった。 |
| 勝呂委員長 | ヨーロッパではインデペンデントエンジニアというのがオーソライズされており、内容は、IEC で風車が作られているか、風のチェックをしているかを確認し、コンサルタントのレポートを読みながら認証・建設許可を出すなどしている。<br>法律などで縛らずに自主検査をやっている印象であった。なお且つ、コンサルタントのレベルも高くて大学の教授のベンチャーであったりするので、レベルが高い。日本は技術士でやろうとしているが、まだ日本ではそこまで技術士が認められていない。自己確認の移行の部分で自己確認への要求を細かく書いておいたほうが良いと考える。(例えば IEC のこれは全て守れといったような) |
| 安田委員 | その意味では認証という考え方自体が民間の自主管理であって、政府はある程度信頼している。このような考えはヨーロッパ的な発想であるとの印象だ。 |
| 七原委員 | 自己確認について、系統連系関係は系統連系規程のような民間自主規格である。これと同じように、かなりがっちりしたマニュアルみたいなものを作成して一般的に管理すると理解してはいけないのか。自己確認というのも結構重くて、方向は良いと思うが実際は厳しいことになる。 |
| 勝呂委員長 | 海外などでは、政府から丸ごと受けてコンサルタントが作っている。委員形式も最終的には行っているかも知れないが 300 ページ、500 ページほどのレポートを多数作成している。契約社会のためか文章力もある。それと比べると日本のものは弱いのではないか。委員会形式では意見は言うが実務でマニュアルの作成をしてくれるところはないのだろうか。ヨーロッパやアメリカを見ると NREL のレポートの.1 枚目を開けるとスポンサーの民間企業・民間のコンサルタントが出てくる。コンサルタントはそれぐらいにならなければならない。それぐらいのものをやらせるのは保安院だと考える。そのまま法律にしてしまう、自主規制としてここまでやらせるという要求にするということも考えられる。<br>手続きは手続きでよいが、資料を見て実務としてどのように担保するのかを考えたときに、具体的に検討をして技術的にやって、というところが見えない。<br>安全基準についてもメーカーでの検討レベルと、風車による技術基準・蒸気タービンによる技術基準など技術基準は桁外れに少ない。船のほうが結構細かく書いてある。大メーカーは信用できるといった性善説的なところもあるが、安全の視点から見直した方が良いのではないか。 |
| 安田委員 | GL で聞いたことだが、政府の許認可と認証は全く別物とのこと。<br>認証は民間の市場ルールに従っており、細かくスピードが速い。 |

| | |
|---|---|
| | 一方、政府の許認可に関しては GL などの認証機関はメーカーやプロジェクトに一切アドバイスはしないということであった。<br>ただし、民間の認証が通っていれば政府の許認可のところで揉めることはないとのこと。<br>政府の許認可でのトラブル例は、採算性などの場合がありその場合は認証のスキームとは別であるということであった。政府の許認可と、市場ルールに基づく認証というのは明確に分けられて、役割分担されているという印象を持った。 |

資料 3 - 4 - 2

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | ・P.2 の表 3-1-7 洋上風力発電への適合の妥当性について、全て○だが、その右には適合の課題欄がある。△位にした方が良いのでは。○だと何も追加無く、書き換えずにやる、というように見える。<br>・洋上風車に対して漁協が反対しているということを聞いた。トロール船で底引きするとワイヤーを引っ掛けるため漁場にならないからということであった。また、網を引っ掛けて人が転げ落ちることがあった場合には安全基準に関連するのではないか。その辺りが少し分かりにくい。<br>・P.3 以降の電気設備のところで、海水が風車に相当来るのではないかと思っている。そこに落雷があった際の挙動は陸上と洋上は全然違うのではないか。風車の近くに釣りに行って雷が落ちている状況など、本当に大丈夫なのかも最悪考えないとまずいのではないかという気もする。このようなことはありますか。灯台など。 |
| 七原委員 | 灯台、ブイの場合、高電圧は大したことはない。 |
| 安田委員 | 機械については汚損があったほうが沿面放電されるので守られる、といった解釈もある。汚損の有無に関わらず、雷のときに高構造物に近づくのは危険である。 |
| 勝呂委員長 | 波が荒れていて 300m先の舳先で波を切ると 50m離れたブリッジまで海水が飛んでくるのを見ると、台風などが来る日本の洋上風車は塩だらけになるのではないかと想像される。絶縁・感電防止を考えたときにどこまで考えるか。 |
| 七原委員 | かなり塩を被る変電設備等もあるが、それに比べてどれくらいきついのか見通しが立たない。かなりきつい。 |
| 上田委員 | 海水をスプレーなどで絶縁設備・碍子等洗浄するなどその辺りはどうするのか。 |
| 上田委員 | カルフォルニアに水で洗う装置が付いている風車があると聞いたことがある。しかし、やるのは大変である。 |
| 七原委員 | 淡水が必要になるから大変であろう。 |
| 七原委員 | 雷の話で、特に浮体の場合は接地はどうするのか。 |
| 安田委員 | ワイヤーで繋げれば良い。海水はρが低い。 |

| | |
|---|---|
| 七原委員 | 接地ではないため、今の電技の規程上では海水に落とすわけにはいかない。 |
| 安田委員 | 何らかのアースは必ず 1 点はある。 |
| 七原委員 | 対応は出来ると考えられる。ルールとして整合が取れるかどうかは別である。 |
| 上田委員 | 電気事業法ではないですね。 |
| 勝呂委員長 | 洋上風車はウィンドファームを作らないと経済的に成り立たないと考えられるので、広い所になりなお且つトロール船の話や、前の風車から飛んでくる水など、妥当性をどのように決めるか。省令や電気設備に関する技術基準に風力発電、特に洋上風力発電の場合をどのように安全規制として入れ込むか。 |
| 安田委員 | 石油やガスの洋上プラットホームについては落雷や塩害などの関することはあるか。 |
| 赤星委員 | 防触に関しては規定はあるが。海洋構造物ゆえに厳しい規定はある。 |
| 安田委員 | ある程度流用出来ないだろうか。 |
| 赤星委員 | P.2 主任技術者が何時間以内でアクセスしなければいけないという規程との関連で、遠隔監視・モニタリングについて特別なものが洋上には必要ではないか。むしろハードのほうで担保するという考え方があっても良いのではないか。第 3 条に『取り扱い者以外の者に対する危険防止措置』の 1 つとして書いてあるが、別途遠隔監視の項目を入れても良いと考える。<br>・エアギャップというか、波がブレードに直接当たるのは波の強い力が繰り返しかかることになるので運転上問題になるので考慮が必要だ。<br>・浮体式を支持する工作物について、着床の場合は陸上の考え方に近いもので良いと考えられるが、浮体式の場合、復元性や係留の観点の規程が別途必要ではないか。あくまでも現在の建築基準法と電気事業法との関係と同じようなものが船舶安全法と電気事業法の間で構築されることが前提での議論である。詳細な項目は船舶安全法で規定しようという動きがある。電気事業法も包括的にかかるので、復元性や係留、漂流防止の観点と係留索同士の干渉の観点の問題もあった方が良いと考える。 |
| 安田委員 | 洋上変電所に関しては風技の中で規定をするのか。別の基準でカバーするものか。 |
| 延命 | 設備の方からどちらの持ち物なのかを考えると、陸上の風力発電設備については連系点までは事業者の持ち物、という理解でやっているので、そこが変わらないという前提であれば事業者の所掌であると考えられる。 |
| 安田委員 | ヨーロッパの例ではウィンドファームのオーナーと洋上変電所及び海底ケーブルオーナーが違う場合がある。風車は持たないが変電所や海底ケーブルを持っているとう事業者が将来出てきた場合、どうなるか。 |
| 延命 | 今後、電力自身の所掌が変わってきた段階で見直すといったことが出てくると考えられる。この中では基本的に現状の部分が大前提ということで議論していくので良いのでは。 |

| | |
|---|---|
| オブ飯田 | 風技で見るか電技で見るかということかについては、設置者で分かれるのではなく物に対しての観点で分かれる。電気的な安全については電技、機械的な安全については風技である。ゆえに、洋上変電所、海底ケーブルは電技ではないかと考えられる。 |
| 赤星委員 | 洋上変電ステーションに関しても船舶安全法の基準が適用される方向である。<br>どういった基準をかけていくべきなのか、電気設備の技術基準とは別の観点から船の基準として、これから役所と相談することになっている。<br>場合によっては、建築基準法と電気事業法の連系規定と連系の部分が風技の 7 条の心得の部分にあたるが、これと同じ様なものが電気設備の技術基準省令の中で洋上変電ステーションについて橋渡し系のようなものが必要になってくると考える。風技に書くのか電技に書くのかというところもあるが。 |
| 勝呂委員長 | 船舶安全法による規制になると考えられるとのことだが、船舶であるかどうかはどのような基準で分けるのか。 |
| 赤星委員 | 一般的な社会通念上は浮遊性・搭載性・移動性、この 3 つがベースとなっている。法律の適用上は必ずしもこの 3 つを全て満足していなくとも、特に浮遊性に注目した規制が行われている。さらに、社会に及ぼす影響を判断して、個別にかける、かけないは船舶安全法の法令の中で個別に定められている。風車については社会に及ぼす影響も考えて、適用するという方針が最近出された。 |
| 勝呂委員長 | 誰が決めるのか。 |
| 赤星委員 | 国土交通省で決めている。 |
| 安田委員 | 法律上では洋上風車は船舶扱いとなるのか。 |
| 赤星委員 | 船舶安全法である。また、変電ステーションも同様である。 |
| 勝呂委員長 | 国会は通ったということか。 |
| 赤星委員 | 昔の法律ということもあり、法律から政省令に委任されている範囲が非常に広い。広すぎるため、これはかける、かけないといった法律の適用の範囲が船舶安全法施工規則でかかっており、省令ベースで個別に決まっている。<br>風車と変電ステーションに関しても掛ける方向で話が進んでいる。 |
| 出野 | 船舶安全法では一般的な主体として船とその中にある付帯設備、電気設備を含む、ということになっている。そういう意味からすると、洋上浮体の風車、洋上変電所は該当すると考えられるが、着床式の変電所を当てはめるのはいかがか、ということが残る。 |
| 赤星委員 | 浮体式の変電ステーションについての意味です。 |
| 出野 | そう考えると、浮体式の洋上風力発電所・変電所については船舶と同様の考え方であると考えられる。 |
| 赤星委員 | 浮遊性のない着床式であればかけるという話は今のところ出ていない。 |

| | |
|---|---|
| 勝呂委員長 | 浮遊性というのはワイヤーで固定していても浮遊性がある、と判断されるか。 |
| 赤星委員 | はい。そのような解釈となっています。岸壁にしっかり係留されていてもホテル船やレストラン船も適用となっている。 |
| 七原委員 | 電技のところはもう少し何とかならないかと。目的は公衆の安全・設備の安全・通信線への障害の防止・誘導障害の防止・系統に悪影響を及ぼさない、といったものがあると思うが、系統への悪影響については、リレーその他は風力が海の上にあろうが陸の上にあろうが関係ない。障害も誘導障害についてはその程度であればそもそも電話線があまりないので問題はないと考えられる。力を入れるところを絞り込んだ方がよいのではないか。<br>問題は海底ケーブルで、これには特別な規定があったと思うが、洋上の風力発電所には特別な規定が必要かどうかという議論や浮体式のときはケーブルをどう引くかという議論はあると思う。洋上風力に特化している論点と、今までのものでよいもの、設備の安全と公衆の安全などもう少し仕分けできないものか。 |
| 勝呂委員長 | 陸上で電線を引いたときの基準・規制は電力事業法であろうか。また、タワーについては建築基準法ではなく電技であると聞いたが、風力発電所からのケーブルの埋設の問題、洋上はどうするのか。浮体式では浮いているケーブルはどうするか。 |
| 七原委員 | 海底ケーブルではいろいろと問題がある。ちゃんと埋めていてもアンカーで必ず引っ掛けられる。それをベースで考えなければならない。これは洋上風力特有の問題であろう。 |
| オブ飯田 | 過去に事故がありました。 |
| 七原委員 | 中性線だからまだ良かったが電圧かかっているほうであれば大変なことになっていた。 |
| オブ飯田 | イカリを下ろしたままそのまま航行して、断線したということだった。 |
| 出野 | 電気設備のところについて中身をもう少し見直し、洋上のものとして再度整理することとしたい。 |
| 七原委員 | いずれにしても 100 点取るのは今のところは不可能である。 |
| 勝呂委員長 | 最初は 60 点 70 点で、少しずつ 100 点に近づかねばならない。議論でいろいろな課題が見えてきたので、今年の報告という形では議論の中で出たいろいろなコメントの羅列のような形で上手に仕分けできれば良いと考える。来年度はその部分をきちんと、という風にしなければならないと考える。 |

資料 3 - 5

| | |
|---|---|
| 赤星委員 | 最後の P.4 の認証について、国の許認可と民間の認証については基本的には位置づけが異る性格のものであると考える。電気事業法の規制も合理的な内容まで規制緩和が進んでいる中で、それでもそのまま海のものに適応 |

| | |
|---|---|
| | すると難しい面もある。<br>規制緩和の意味合いから認証の活用については検討が必要であると考えられる、等の記述がよいのではないか。 |
| 安田委員 | GL の新しい洋上風車ガイドラインが 2012 年中に刊行される予定との事。ドイツでは BSH がガイドラインを出しており、このプライオリティーが高い。ドイツは連邦制であるため陸上風車は各州で統括するが、洋上風車は BSH が唯一の監督省庁である。GL は民間なので対応は早く、BSH や IEC にも入っているが BSH は遅れるであろう。 |
| 勝呂委員長 | 海外の認証はそれぞれちゃんと書いてあるが、日本に対してどれだけ考えているか。IEC には氷、氷結のことは書いてあるが、津波のことはチョッとしか触れていない。先の 3.11 でも大きな数字が示されている。当然地震も違う。<br>海外について習うことは必要であるが、IEC や GL はミニマム・リクアイアメントである。二重三重で検討するようなことは止める。そのためにどうするか。細かなことを考えるのと風を考えるのでは違う。各メーカーはやっていると思うが、そのような技術を、その都度様々な説明を要するといった事を減らしながら効率的に安全で運転できるシステムを考えないと、無駄なことになるのではないかと考える。 |
| 安田委員 | GL の方も言っていたが、ガイドラインはミニマム・リクアイアメントで、浮体式のタイプとか地域ごとの問題はテクニカルノートで対応する。今後は熱帯低気圧・台風等に今は着目しているとのことであり、地域的な問題に対応できないといけないとのことであった。国際的な重要性、ミニマム・リクアイアメントはそれとして、各地域で展開できるようにしなければならないとのことであった。 |
| 勝呂委員長 | IEC もサイト・スペシフィックなことは言っていて、建設地点のデータを使えとか、全部 S クラスみたいな書き方になっている。日本のサイト・スペシフィックはというと、日本海側より太平洋側が厳しいと思うが、そこをどのようにするか、そうすれば東南アジアや中国沿海州に風車を輸出することも出来るかと考える。 |
| 前田委員 | 標準化においてもこれまでは IEC を翻訳していたが、日本の条件は違うのではないかと。洋上風車では台風などを提案しようとしている。しかし残念なことは日本に十分なデータがなく、風車に適用した場合の評価が出来ない。IEC の数値を変えると設計評価を全てやり直さなければならなくなる。今は参考文書として日本の条件を示し IEC にて荷重評価をしてもらう方向で考えている。これまでは日本の条件は IEC に反映されなかったが、洋上風力ガイドラインが整備されて IEC に良い影響を与えられるようになっていけばよい。 |
| 勝呂委員長 | ヨーロッパの人で台風や地震を体験していない人にはいくらいくら言っても分からないのでは。体験しなければ絶対に理解できないと思っている。 |

| | |
|---|---|
| | IEC への提案も大切だが、海岸工学や海洋気象の知見からも示さないと、風車関係だけでは弱いのではないかという気もする。 |
| 前田委員 | ヨーロッパが納得するかどうかは、検証データを持っていて、議論が出来るかどうか。日本という小さい国でも、バックデータを持っていけば IEC の土俵に乗れる。 |
| 勝呂委員長 | 日本でも沖縄の台風が 1 週間も迷走することで続くというのは、体験しなければわからない。ヨーロッパではヨットハーバーがないことも、台風がないからである。湿分についても違いがあり、ヨーロッパは乾いている。絶縁性能についても 1 クラス上のものを取り入れるようにしてきた。特殊性を強調するわけではないが、今までの実績を見ると壊れているのはほとんどそのようなレベルではないのか。 |
| 安田委員 | 風車はヨーロッパ市場が飽和状況になってきていることもあり、各地に出ようという方向性はすごく感じる。 |
| 上田委員 | しかし相変わらず IEC は自分たちのルールを押し通している。 |
| 勝呂委員長 | スピードをもって今は 70 点しか取れないが、来年は 80 点になるといったフオローをしていくという、それをしないとスピードについていけないと思う。 |
| 前田委員 | 70 点で壊れたら良くない。だから IEC は慎重になる。 |
| 上田委員 | ヨーロッパの洋上といっても特殊な地域で、建っているのは内海である。いきなり大西洋に面してやっているわけはないので、大きな土用波のようなものが来るわけでもなく、海流があるわけでもない。日本では遠くの台風による長周期の波が来たりするが、ヨーロッパではそのようなものはない。海流も恒常的な大きな流れは北海などでは想定していないと思う。ヨーロッパの基準だけで考えると、日本に持ってくると見落としが起こると考えられる。津波、台風、地震だけでなく土用波とか海流、湿分も考慮する必要がある。 |
| 安田委員 | 日本の知見をヨーロッパに売り込めば、チャンスでもある。 |
| 上田委員 | 国内法とかに適用してしまってから、その実績を元にして持っていったほうが説得力がある。 |
| 勝呂委員 | 補助金支援で落雷対応を 600 ｸｰﾛﾝとするというのがあったが、あれは評価は分かれると思うが、適用させるという点では良かったと思っている。あのように決めるというのが大事なのではないかと思う。 |
| 上田委員 | インセンティブになったことは確かである。100 点ではないかも知れないが 70 点ではあった。 |
| 赤星委員 | 台風や地震など日本特有の条件は直ちに法令でというのは難しいと思うが、我々の国であるので、インセンティブのほうから入っていくのが入りやすいと思う。<br>今後の課題について、洋上風力については陸上と違って基本的には全てがサイト・スペシフィックであるということ。安全規制から見ても導入促進 |

| | |
|---|---|
| | から見ても、陸上は風況マップがあり、どれくらいの風が吹くか大体判り、細かいメッシュで考えるときも手法は公開されている。洋上はそれが全く出来ない。いづれそのようなものが出た場合、規制する側としては言い値ででてきて判断に困る。将来は洋上版の風況マップが必要になると考える。判断のより所となるデータを規制側としても手元においておくことは重要と思う。民間でやるにしては大きな負担となるので、将来国として検討していただきたい。 |
| 上田委員 | ヨーロッパでは軍が出てきて、電波障害等の制約がでることがあると聞いている。自衛隊に影響がないかどうかは、どこかで確認する必要がある。 |
| 勝呂委員長 | 日本の領海内では識別できるので恐らく問題はないと考えられる。しかしシャドウフリッカーについては考えておく必要があるだろう。特に北海道の方では。<br>問題抽出と今後の課題は、今回の議論での項目を出して、整理するだけでもかなりのものになると思われる。 |

3 - 6

| | |
|---|---|
| 上田委員 | ・ｐ6 の表で瀬棚があって酒田、かみすがない。<br>・ｐ9 のＢＰＭは新しいものがでていると思われる。<br>・P.39 瀬棚の運転開始は 2003 年 12 月、2004 年 4 月諸説あるので確認したほうがよい。<br>・P.41 経済産業省のプロジェクトについて 7MW 導入年次が分かれる。<br>・事業者名を書くか書かないかを統一したほうがよい。 |
| 勝呂委員長 | 国内洋上風車の写真は、海岸に建ており風車の建設設備費がかかるやり方をするのか、という疑問が生まれそうであるが。 |
| 安田委員 | オフショアというよりはニアーショアといえる。 |
| 上田委員 | かみすは陸上には立てられないという自治体の規制（市の条例）のためである。 |
| 安田委員 | P.6　の表はホーシーオフショアというのがあります。 |
| 上田委員 | 瀬棚は日本では 600 と言っているが、Vestas では 660 となっている。 |
| 安田委員 | BSH のようなちゃんとした役所であれば、事故事例は収集しているであろう。但し非公開であろう。GL は事業者ベースで話は聞くが纏まってはいないし守秘義務に関係することとなる。 |
| 出野 | ドイツでは纏まっているがドイツ以外では纏まっていないという話であった。 |

その他

| | |
|---|---|
| 出野 | 委員会は今回が最後である。保安院・委員長と事務局に一任して頂きたい。<br>予定としては連休前後には最終報告書を纏めて行きたいと考えている。<br>今後については保安院殿と委員長と協議を行って取り決めたい。 |

## ６．閉　　　会